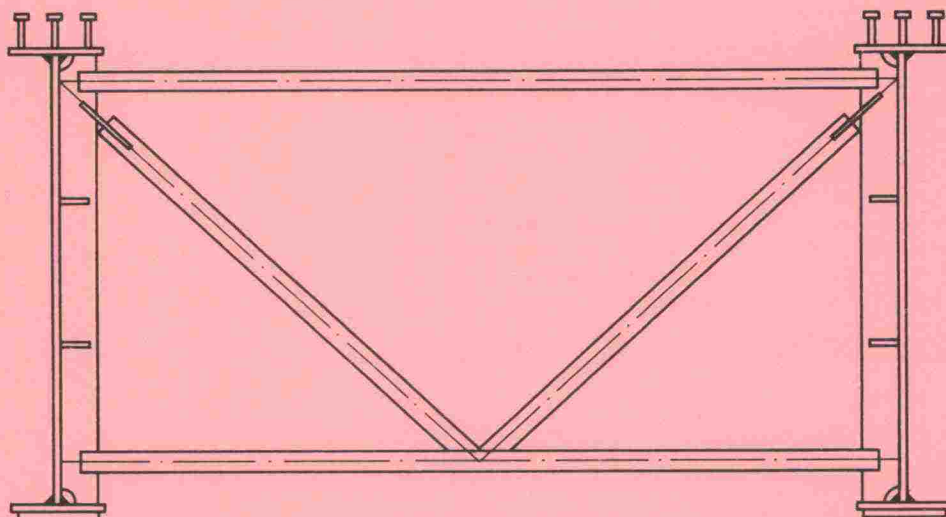


Vk
SYT

**SILLANRAKENNUSTÖIDEN
YLEINEN TYÖSELITYS**



3100: ALUSTAVAT TYÖT

3200: KAIVU-, LOUHINTA-, UOMA- JA VÄYLÄTYÖT

3300: MAARAKENTEET JA TÄYTTÖTYÖT

3400: PAALUTUSTYÖT

3500: PAIKALLA VALETUT BETONIRAKENTEET

3600: BETONIELEMENTTIRAKENTEET

3700: PUURAKENTEET

3800: TERÄSRAKENTEET

**3900: KANNEN PINTARAKENTEET, VARUSTEET
JA LAITTEET**

08
71E



86 0234

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

SILLANRAKENNUSTÖIDEN YLEINEN TYÖSELITYS

3800 : TERÄSRAKENTEET

Helsinki 1980

2. lisäpainos

ISBN 951-46-5654-7

TVH/monistus 1983

SILLANRAKENNUSTÖIDEN YLEINEN TYÖSELITYS

3800: TERÄSRAKENTEETSisällysluettelo I...V

1. YLEISTÄ	1
1.1 Soveltamisalue	1
1.2 Käsitteiden määrittely	1
1.3 Asiakirjat	1
1.4 Yleiset laatuvaatimukset ja kelpoisuuden toteaminen	3
1.5 Aineet ja tarvikkeet	3
1.51 Rakenneteräokset	3
1.52 Muut materiaalit	8
1.53 Ruuvitarvikkeet	9
1.54 Hitsauksen lisäaineet	11
1.55 Pinnoitusaineet	12
1.56 Muut aineet ja tarvikkeet	12
1.6 Tarkkuusvaatimukset	13
1.61 Yleistä	13
1.62 Osien valmistustarkkuus	13
1.63 Asennustarkkuus	14
1.7 Valvonta	15
2. VALMISTUS	16
2.1 Materiaalin esikäsittely	16
2.11 Luettelointi ja merkinnät	16
2.12 Valssauustuotteiden puhdistus ja suojaus	17
2.13 Pintavikojen poisto	18
2.14 Oikaisu	20
2.2 Paloittelu ja muotoilu	22
2.21 Osien mittaus ja piirroitus	22
2.22 Polttoleikkaus	23
2.23 Muut leikkausmenetelmät	24

2.24	Särmäys ja taivutus	24
2.25	Reikien tekeminen	26
2.26	Työstö	26
2.3	H i t s a u s	27
2.31	Hitsaussuunnitelma	27
2.32	Railojen valmistus	28
2.33	Lisäaineiden valinta	29
2.34	Hitsausjärjestys ja muodonmuutosten ehkäisemi- nen	30
2.35	Hitsaaminen	31
2.36	Lämpökäsittely	32
2.37	Saumojen tarkastus	33
2.38	Korjaustoimenpiteet	34
2.39	Saumojen viimeistely	36
2.4	V a a r n a p u l t i t	36
2.41	Tarvikkeet	36
2.42	Hitsauslaitteet	39
2.43	Hitsaaminen	39
2.44	Tarkastus	41
2.45	Korjaustoimenpiteet ja viimeistely	42
2.46	Kelpoisuuden toteaminen	42
2.5	R u u v i l i i t o k s e t	43
2.51	Ruuvit, mutterit ja aluslaatat	43
2.52	Reiät	44
2.53	Liitospinnat	45
2.54	Osien sovitus	45
2.55	Ruuvien kiristäminen ja varmistaminen	46
2.6	K i t k a l i i t o k s e t	47
2.61	Liittimet	47
2.62	Reiät	48
2.63	Liitospinnat	49
2.64	Osien sovitus	50
2.65	Liittimien kiinnitys	50
2.66	Tarkastus	52
2.67	Tiivistäminen	53

2.7	K o k o o n p a n o	54
2.71	Yleistä	54
2.72	Mittaus	54
2.73	Osien väliaikaiset kiinnitykset	55
2.74	Liitokset	56
2.75	Työvarat ja toleranssit	56
2.76	Koeasennus	56
2.8	K u l j e t u s	57
2.81	Yleistä	57
2.82	Tuenta ajoneuvoon	58
2.83	Suojaaminen	58
2.9	K o r j a u s t y ö t	59
2.91	Suunnitelmat	59
2.92	Rakenteiden tutkiminen	60
2.93	Työnaikainen tuenta	61
2.94	Korjaustyö	62
2.95	Tietojen taltiointi	63
3.	A S E N N U S	64
3.1	A s e n n u s s u u n n i t e l m a	64
3.11	Yleistä	64
3.12	Asennusvaiheet ja lohkojako	65
3.13	Rakenteen varmuus- ja muodonmuutostarkastelu .	66
3.14	Apurakenteiden suunnitelmat	67
3.2	N o s t o t j a s i i r r o t	69
3.21	Kiinnikkeet asennuslohkoissa	69
3.22	Kalusto	69
3.23	Voimien ja muodonmuutosten tarkkailu	69
3.3	A s e n n u s l i i t o k s e t	70
3.31	Väliaikainen tuenta ja kiinnitys	70
3.32	Hitsaus	71
3.33	Ruuviliitokset	73
3.34	Kitkaliitokset	73
3.4	L a a k e r o i n t i	74
3.41	Laakerointisuunnitelmat	74

3.42	Laakereiden kelpoisuuden toteaminen	75
3.43	Laakereiden liikevarat ja ennakot	76
3.44	Rakenteen muodonmuutos- ja jännitystila	77
3.45	Kiinnitys päällysrakenteeseen	78
3.46	Kiinnitys alusrakenteisiin	79
3.47	Liikkeiden mittaus	81
3.5	V i i m e i s t e l y j a t a r k a s t u k - s e t	81
3.51	Yleistä	81
3.52	Mittojen ja muodon tarkastus	82
3.53	Tiiviystarkastus	83
4.	P I N T A K Ä S I T T E L Y	85
4.1	Y l e i s t ä	85
4.11	Yleisiä laatuvaatimuksia	85
4.12	Rasitusluokat	86
4.13	Pintakäsittelytavat	89
4.2	P i n t a k ä s i t t e l y s u u n n i t e l m a .	93
4.21	Yleistä	93
4.22	Käytettävät aineet	94
4.23	Pinnoiteyhdistelmä	94
4.24	Työvaiheet ja aikataulu	94
4.25	Puhdistus	96
4.26	Olosuhteet ja muut tiedot	96
4.3	P i n n a n p u h d i s t u s	96
4.31	Yleistä	96
4.32	Esipuhdistus	97
4.33	Suihkupuhdistus	98
4.34	Teräsharjaus	98
4.35	Peittäus	99
4.36	Sinkityn pinnan käsittely	99
4.37	Puhdistetun pinnan säilyminen	99
4.4	M a a l a u s	100
4.41	Maali- ja kittiaineet	100
4.42	Maalaustyö	101
4.43	Tarkastukset	104

4.5	K u u m a s i n k i t y s	107
4.51	Yleistä	107
4.52	Pinnoitteen ominaisuudet	109
4.53	Esikäsittely ja puhdistus	109
4.54	Sinkitys	109
4.55	Kelpoisuuden toteaminen	110
4.56	Jälkikäsittely	110
4.6	R u i s k u s i n k i t y s	111
4.61	Yleistä	111
4.62	Esikäsittely	111
4.63	Sinkin ruiskutus	112
4.64	Laadunvalvonta ja tarkastukset	112
4.65	Jälkikäsittely	113
4.7	M u u t p i n n o i t t e e t	113
4.71	Yleistä	113
4.72	Alumiiniruiskutus	114
4.73	Elektrolyyttinen sinkitys	114
4.74	Onteloiden pinnoitus	114
4.75	Onteloiden täyttäminen	115
4.8	H u o l t o m a a l a u s	116
4.81	Yleistä	116
4.82	Pinnoitteen kunnon arvosteleminen	116
4.83	Huoltomaalauksen ajankohta ja laajuus	117
4.84	Maalien valinta	118
4.85	Puhdistus	119
4.86	Maalaus	122
4.87	Valvonta	123

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

SILLANRAKENNUSTÖIDEN YLEINEN TYÖSELITYS

3800: T E R Ä S R A K E N T E E T

1. YLEISTÄ

1.1 S o v e l t a m i s a l u e

Tätä työselitystä noudatetaan tehtäessä teräksestä siltoja tai niihin verrattavia rakenteita. Sitä valmisteltaessa on otettu huomioon sekä staattisesti kuormitetut että väsytytkuormitetut rakenteet. Rataliikenteen rautatiesilloille asettamat erikoisvaatimukset esitetään tarvittaessa erikseen.

Tätä työselitystä voidaan soveltuvin osin noudattaa myös tehtäessä rakenteita tai rakenneosia muusta metallista kuin teräksestä.

Soveltamisalue käsittää myös vanhojen teräsrakenteiden korjaus- ja kunnossapitotyöt.

1.2 K ä s i t t e i d e n m ä ä r i t t e l y

Tässä työselityksessä noudatetaan Teräsrakenteiden suunnitteluohteessa SFS 3200 (RIL 90) ja muissa standardeissa käytettyjä käsitteitä ja määritelmiä.

1.3 A s i a k i r j a t

Tässä sillanrakennustöiden yleisen työselityksen osassa esitetään teräsrakenteita koskevat yleiset laatutaso- ja dokumentointivaatimukset sekä työtapakuvauksia ja muita ohjelunonteisia asioita. Valmistajaa sitovat vaatimukset on kirjoitettu leveäpalstaisella ja ohjelunonteiset asiat kapeapalstaisella tekstillä. Valmistuksessa ei tarvitse pitäytyä ohjeellisina kuvattuihin työmenetelmiin, vaikka ne onkin tar-

- (1.3) koitettu osaltaan määrittelemään työn laatutasoa. Sitä vastoin valmistaja on velvollinen harkitsemaan, soveltuuko työselityksessä kuvattu työtapo hänen työmenetelmiinsä ja -laitteisiinsa sekä ottamaan työtekniikassa tapahtuvan kehityksen huomioon.

Valmistajan tulee laatia velvollisuuksiinsa kuuluvat työn suoritusta ja apulaitteita koskevat suunnitelmat selkeästi ja yksityiskohtaisesti sekä esittää ne hyvissä ajoin tarkastettavaksi ja/tai hyväksyttäväksi. Niitä ei saa muuttaa ilmoittamatta siitä valvojalle etukäteen. Hyväksytyn työsuunnitelman muutos on tarkastettava ja hyväksyttävä samalla tavalla kuin alkuperäinen suunnitelma. Sellaisia osapiirustuksia tai niihin verrattavia, jotka ovat suurennoksia tai erittelyjä hyväksytyistä rakennepiirustuksista, ei valmistajan tarvitse esittää tarkastettavaksi tai hyväksyttäväksi.

Rakennekohtaiset laatuvaatimukset esitetään piirustuksissa tai työkohtaisessa työselityksessä. Ne voivat olla yleistä työselitystä täydentäviä tai siitä poikkeavia.

Asiakirjojen pätemisjärjestys määräytyy urakka-asiakirjojen perusteella. Viittausten lähdejulkaisuihin katsotaan olevan samalla tasolla kuin asiakirjan, jossa viittaus esitetään.

Urakkatöissä osapuolten oikeudet ja velvollisuudet määräytyvät sopimusasiakirjojen perusteella. Laitoksen omassa johdossa suoritettavissa töissä määritellään valmistajan asema ja tehtävät erikseen.

Suunnitelmien laatuun, laajuuteen ja esitystapaan liittyvistä yksityiskohdista voi valmistaja sopia valvojan kanssa tämän työselityksen ja muiden urakka-asiakirjojen asettamissa puitteissa.

1.4 Yleiset laatuvaatimukset ja kelpoisuuden toteaminen

Suunnitelmassa ja yleisessä työselityksessä esitettyjen laatuvaatimusten lisäksi on valmistuksessa otettava aina huomioon myös rakenteen käyttökelpoisuutta koskeva yleisvaatimus eli toiminnallinen vaatimus.

Kaikissa valmistuksen vaiheissa on hankittava ja taltioitava sellaiset mahdollisuuksien mukaan oikeiksi todistetut tiedot, joilla pystytään osoittamaan, että rakenteilla on ne ominaisuudet, joita asiakirjat ja toiminnallinen vaatimus edellyttävät. Tässä tarkoituksessa valmistajan on laadittava kelpoisuuskirja, johon merkitään tiedot käytetyistä aineista ja tarvikkeista sekä tärkeimmistä työvaiheista. Koetustodistukset ja muu kelpoisuutta osoittava aineisto taltioidaan kelpoisuuskirjaan liitteinä.

Rakenteen kelpoisuus todetaan ensisijaisesti asiakirjoissa määriteltyjen mittausten, kokeiden ja muiden tutkimustulosten perusteella. Valmistuksen yhteydessä havaittu, työnsuoritukseen liittyvä tai muu epävarmuus saattaa kuitenkin antaa aiheutta tarkempiin tutkimuksiin ja laajempiin koesarjoihin.

Rakenteiden ja rakenneosien tulee olla sellaisia, että ne eivät millään tavalla haittaa rakenteen käyttöä suunniteltuun tarkoitukseen eivätkä aiheuta vaikeuksia kunnossapidossa.

1.5 Aineet ja tarvikkeet

1.51 Rakenneteräksset

Laatu- ja lujuusluokka on suunnitelmassa määritelty standardin SFS 200 perusteella, ellei muuta standardia ole mainittu. Terästen hankinta saa tapahtua

- (1.51) muunkin standardin perusteella, jos teräksen osoitetaan täyttävän kaikki ne vaatimukset, jotka määrittelystandardissa asetetaan. Erikseen sovittaessa voidaan hyväksyä myös sellainen standardisoitu teräs, joka ei täytä kaikkia määrittelystandardissa esitettyjä vaatimuksia, mutta joka on tarkoitukseen sopiva. Teräksiä hankittaessa on otettava kaikki suunnitelmassa esitetyt standardista poikkeavatkin lisävaatimukset huomioon.

Alustavasti voidaan yleisiä rakenneteräksiä verrata seuraavassa esitetyn taulukon perusteella. Vastaavuus on kuitenkin varmistettava jokaisessa tapauksessa erikseen, koska mm. standardit saatavat muuttua.

SFS 200	SIS	DIN 17100	BS 4260
Fe 37 B	14 13 12	R St 37-2	
Fe 37 C	14 13 13	St 37-3U	
Fe 37 D		St 37-3	
Fe 44 B	14 14 12	R St 46-2	43B
Fe 44 C	14 14 13	St 46-3U	43C
Fe 44 D	14 14 14	St 46-3	43D
Fe 52 C	14 21 73	St 52-3U	50C
Fe 52 D	14 21 74	St 52-3	50D

Toimitustila ja tiivistämistapa määräytyvät teräksen laatuluokan perusteella SFS 200 mukaan, ellei niistä suunnitelmassa muuta mainita tai teräksen käyttötarkoitus muuta edellytä.

Kuumasinkittäviin rakenneosiin tulee käyttää piillä tiivistettyä terästä, jos halutaan saada aikaan paksu sinkkikerros. Tiivistämättömään teräkseen muodostuva sinkkikerros on ohut ja kirkas.

(1.51) Tarvittaessa on teräkset tilattava särmättävyydestä kuulua.

Jos teräkset on toimitettu särmättävyydestä kuulua, voidaan säröntodenta taivutuskohdissa suorittaa pistokokein. (Vrt. 2.24)

Valssaustuotteen pinnan tulee olla laadultaan sellainen, että valmistaja voi käytössään olevin menetelmin ja laittein valmistaa siitä vaatimukset täyttävän rakenneosan. Pintaviat saa korjata hitsaamalla vain valvojan erikseen antamalla luvalla. Hitsaamisen jälkeen on suoritettava tarpeen vaatima lämpökäsittely.

Standardissa SFS 200 tarkoitetun luvan hitsauskorjauksiin voi antaa valvoja. Tarkastuksista, korjauksen suorittamisesta ja lämpökäsittelystä on annettu ohjeita kohdassa 2.13.

Ellei teräsrakenteen valmistajalla ole mahdollisuutta toimitusajan puitteissa tai muista syistä suorittaa pintavikojen korjausta tarvittavine lämpökäsittelyineen taikka vaihtaa viallisia levyjä uusiin, tulee hänen suorittaa tarkastus jo terästehtaalla. Valvoja osallistuu tähän tarkastukseen mahdollisuuksiensa mukaan. Tilauksen yhteydessä voidaan myös neuvotella pinnanlaatua koskevista lisävaatimuksista.

Mitoiltaan ja muodoiltaan tulee valssaustuotteiden olla suunnitelmassa määriteltujen tai vastaavien mittastandardien mukaisia. Valmistajan tulee lisäksi ottaa huomioon, että rakenneosien mittatarkkuus ja muut laatuvaatimukset voivat edellyttää vielä parempaa tarkkuutta kuin standardit, joiden mukaan toimitus tapahtuu.

(1.51)

SFS- ja DIN-standadit ovat vastaavia mm. seuraavasti:

SFS 2018	Kuumavalssatut pyörötangot	DIN 1013
SFS 2019	- " - neliötangot	DIN 1014
SFS 2020	- " - kuusiotangot	DIN 1015
SFS 2021	- " - teräsnauhat	DIN 1016
SFS 2022	- " - lattatangot	DIN 1017
SFS 2023	- " - leveät lattatangot	DIN 59200
SFS 2024	- " - tasakylkiset lattatangot	DIN 1028
SFS 2025	- " - erikylkiset kulmatangot	DIN 1029
SFS 2026	- " - U-tangot	DIN 1026
SFS 2027	- " - T-tangot	DIN 1024
SFS 2028	- " - kapeat I-tangot	DIN 1025 B1 1
SFS 2029	- " - puolileveät I-tangot IPE	DIN 1025 B1 5
SFS 2030	- " - leveät I-tangot HE...A	DIN 1025 B1 3
SFS 2031	- " - leveät I-tangot HE...B	DIN 1025 B1 2
SFS 2032	- " - leveät I-tangot HE...M ja HE...C	DIN 1025 B1 4
SFS 2142	- " - teräslevyt	DIN 1543

Terästehtaiden noudattamat toimitusehdot saattavat edellyttää sallittavaksi esim. sellaista käyryyttä tai aaltomaisuutta, joka ei voi rakenneosissa tulla kysymykseen. Ellei valmistajalla ole mahdollisuutta oikaisuun (vrt. 2.14), tulee hänen sopia toimitusehdoista ja tarkastuksesta terästehtaan kanssa siten, että valssaustuotteet täyttävät myös rakenneosille asetetut vaatimukset. 30 mm ja sitä paksumpien levyjen kanssa on todettu esiintyneen vaikeuksia.

Sellaisia rakenneosia varten, joiden suunnitelman mukaan tulee olla vapaita kerroksellisuudesta, on teräsmateriaali tilattava ultraäänitarkastettuna tai

- (1.51) valmistajan on itse suoritettava ultraäänitarkastus ennen valmistusta. Varsinainen laatuvaatimus koskee kuitenkin valmista rakennetta tai rakenneosaa, jossa ei saa olla lujuutta heikentävää lamellirepeämää tai kerroksellisuutta.

Valmistajan tulee itse harkita, kuinka yksityiskohtainen valssaustuotteiden ultraäänitarkastuksen pitää olla, jotta kerroksellista materiaalia ei kiinnitettäisi rakenteessa sellaiseen paikkaan, jossa sen vaihtaminen voi aiheuttaa rakenteen heikkenemistä. Vaihdon tulee myös sopia valmistusajan puitteisiin.

Rakenneterästen kelpoisuus on yleensä osoitettava ainestodistuksilla, joissa esitetään toimitukseen kuuluvista tarkastuseristä suoritettujen kokeiden tulokset. Lisäksi edellytetään, että jokaisessa aineskappaleessa on pysyvästi ja yksikäsitteisesti merkittynä sulatusnumero tai muu valmistuserän ilmaiseva tunnus. Toisarvoisiin rakenneosiin käytettävistä teräksistä riittää kuitenkin terästehtaan laatuvarakuutus tai aineskappaleisiin maalatut väritunnukset.

Jos ainestodistus ei vastaa edellä esitettyjä vaatimuksia, mutta valmistuserää osoittavat tunnuksat on löydettävissä, tehdään näytteenotto ja aineenkoetus pistokoeluonteisesti valvojan ohjeiden mukaan SFS 200 noudattaen. Kokeiden määrä on vähintään puolet mainituissa standardissa sulatuksittain suoritettaville kokeille asetetusta määrästä.

Jos valmistuserää osoittavat merkinnät puuttuvat, poikkeavat ainestodistuksiin merkityistä tai niitä ei voida yksikäsitteisesti tulkita, on jokaisesta aineskappaleesta tehtävä kokeet. Kokeiden laadusta ja määrästä on sovittava valvojan kanssa. Niillä on joko osoitettava, että kappaleet voidaan ryhmitellä tarkastuseriin sulatuksittain ja nämä tarkastuserät täyttävät vaatimukset tai todistettava jokaisen kappaleen kelpoisuus erikseen.

(1.51)

On suositeltavaa, että kotimaasta teräksiä tilattaessa ainestodistuksiksi määritellään vastaanottotodistus SFS 3-3B, ellei työkohtaisesti muuta vaadita. SFS 3-3A ja -3C ovat em. todistuksen kanssa samanarvoisia. Ulkomailta tulevien terästen vastaanottotodistus voi olla esim. 3.1.A, 3.1.B tai 3.1.C/DIN 50049 taikka muu standardissa SFS 3 samanarvoiseksi mainittu.

Jos aineskappaleet tarkastetaan terästehtaalla esim. pintavikojen ja käyryyden toteamiseksi, on syytä käyttää vastaanottopöytäkirjaa SFS 3-4C.

Laatuvakuutuksen SFS 3-1 tai sitä vastaavan todistuksen tulee kohdistua tunnistettavissa olevaan toimituserään. Tunnusväreistä on hankittava terästehtaan tai maahantuojan antama selvitys.

Rakenneosaa voidaan pitää toisarvoisena, jos se ei saa sanottavia rasituksia eikä sen myötääminen tai siihen syntyvä halkeama aiheuta rakenteen kantokyvyn heikkenemistä. Arvostelun ratkaisee valvoja kuultuaan asiantuntijana suunnittelijaa tai muuta suunnitelmista vastaavaa henkilöä.

Esim. spektraalianalyysiä ja/tai kovuuskoetta voidaan joissakin tapauksissa käyttää hyväksi selvitetessä aineskappaleiden jakautumista erisulatuksiin. Lujuusominaisuuksien toteamiseksi tehtävien kokeiden määrä riippuu toimituserästä saatavissa olevista tiedoista.

1.52 Muut teräsmateriaalit

Teräsvalujen, takeiden ja muiden terästuotteiden laatuvaatimukset määräytyvät suunnitelmassa mainitun laatutunnuksen

(1.52) ja standardin perusteella. Kelpoisuuden osoittaminen tapahtuu seuraavien standardien perusteella ellei asiasta toisin sovita:

SFS 111	Valutuotteet. Tekniset toimitusehdot
SFS 351	Yleiset valuteräket. Näytteenotto ja aineen- koetus
SFS 451	Nuorrutusteräket. Näytteenotto ja aineenkoetus
SFS 601	Kylmävalssatut ohutlevyteräket. Näytteenotto ja aineenkoetus
SFS 651	Kuumasinkityt ohutlevyteräket. Näytteenotto ja aineenkoetus
SFS 2783	Teräsköydet yleiskäyttöön. Ominaisuudet
SFS 3508	Terästakeet. Tekniset toimitusehdot.

1.53 Ruuvitarvikkeet

Ruuvien, mutterien ja aluslaattojen laatuvaatimukset määräytyvät suunnitelmassa esitetyn merkinnän ja niihin liittyvän standardin perusteella. Niiden kelpoisuus voidaan yleensä todeta pakkauksiin ja kappaleisiin tehdyistä merkinnöistä, jos valmistusta valvotaan standardin SFS 2174 mukaisesti tai vastaavalla tavalla ja jos pakkauksessa ja merkinnässä noudatetaan standardin SFS 2175 mukaisia sääntöjä. Ellei kelpoisuutta voida todeta edellä esitetyllä tavalla, on ruuveille ja muttereille tehtävä kokeet standardin SFS 2174 mukaisesti noudattaen koetusohjelmaa B. Aluslevyjen kelpoisuus on osoitettava tarvittaessa vastaavalla tavalla esim. kovuuskokeita suorittamalla. Kelpoisuuskirjaan on merkittävä mitat, lujuusluokka, tarkkuusluokka ja pintakäsittely sekä standardit, joiden mukaan tuotteet on valmistettu, tarkastettu ja merkitty ja lisäksi valmistaja ja tuotenimike, jos sellaisia käytetään.

Ellei standardeissa muuta määrätä, tulee aluslaattojen kovuuden olla ruuvien lujuusluokista riippuen seuraavissa rajoissa:

- lujuusluokalla 8.8 200 HV...400 HV
- lujuusluokalla 10.9 290 HV...400 HV.

- (1.53) Kitkaliitosten ruuveille on määritettävä murtokuorma sekä kiristysvääntömomentin ja esijännitysvoiman välinen yhteys toimituserästä valituilla ruuveilla, muttereilla ja aluslaatoilla suoritetuilla kokeilla. Kokeet on suoritettava valmistuserittäin. Niihin on otettava ruuveja jokaisesta kokoluokasta yksi sataa toimitettua ruuvia kohti. Jokaista kokoluokkaa koskevaan koesarjaan tulee kuulua kuitenkin vähintään 6 ruuvia. Koetuloksista on määritettävä suunnitelman mukaista kiristysvoimaa vastaavalle kitkakertoimelle K karakteristinen arvo, kaavasta

$$M_a = kdP_v, \text{ jossa}$$

$$M_a = \text{kiristysvääntömomentti}$$

$$P_v = \text{ruuvin varrensuuntainen esijännitysvoima}$$

$$d = \text{ruuvin nimellishalkaisija}$$

Jos murtolujuus ei täytä vaatimusta tai kitkakertoimen hajonta on niin suuri, että kiristysvääntömomentille ei voida valita sellaista arvoa, jolla työ onnistuisi, on ko. valmistuserä hylättävä. Ellei valmistuseriä voida tunnistaa, hylätään se osa toimituserästä, jota koetuserä edustaa. Valvojan kanssa erikseen sovittaessa voidaan tehdä uusintakokeet, joihin on otettava kaksinkertainen määrä ruuveja.

Poikkeustapauksissa voidaan kitkaruuvien riittävästä kiristysvoimasta varmistautua muulla koejärjestelyllä, josta on työkohtaisesti sovittava valvojan kanssa.

Kitkaliitosten ruuveille standardissa SFS 3200 ilmoitetut ohjeelliset kiristysvääntömomentin arvot perustuvat arvoon $k = 0.18$. Tämä kitkakerroin saattaa kuitenkin vaihdella huomattavasti toimituserittäin valmistustarkkuudesta ja pintakäsittelystä riippuen. Jos kitkakerroin on pieni, ruuvit saattavat kiristettäessä katketa. Kitkaliitoksen varmuus voi jäädä liian pieneksi, jos kitkakerroin on suuri. (Vrt. 2.65)

(1.53)

Koekappaleet tulee valita eri pakkauksista ja niiden pintakäsittelyä ei saa muuttaa. Muutenkin tulee pitää huolta siitä, että kitkaominaisuudet koetilanteessa ovat samat kuin ruuveja asennettaessa.

Karakteristinen kitkakertoimen arvo saadaan:

$$k_k = k_m + as, \text{ jossa}$$

$$k_m = \text{koesarjan havaintojen keskiarvo}$$

$$s = \text{koesarjan keskihajonta}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}$$

$$a = \text{koesarjan suuruudesta riippuva kerroin.}$$

Karakteristisen arvon laskennassa tarvittavan kertoimen a saa ottaa seuraavasta taulukosta, ellei tilastollisesti tarkempia arvoja ole käytettävissä.

Koekappaleita	a
6	2,36
7	2,23
8	2,15
9	2,08
10	1,98
15	1,88
≥ 20	1,80

1.54 Hitsauksen lisäaineet

Hitsauksen lisäaineiden laatuvaatimukset määräytyvät perusaineen, hitsausmenetelmän, olosuhteiden, rakenteen muodon ja mittasuhteiden sekä sen käyttötarkoituksen perusteella. Lisäaineet hyväksytään hitsaussuunnitelman yhteydessä (2.31). Hyväksyminen perustuu valmistajan suositukseen, viranomaisten antamiin käyttö lupiin ja mahdollisiin menetelmäkokeisiin.

- (1.54) Lisäaineiden laatu todetaan pakkausmerkinnöistä, joista on pidettävä kirjaa. Kelpoisuuskirjaan on merkittävä: valmiste, valmistaja, standardien mukaiset tunnusmerkit, koko, käytetty määrä ja valmistuserän tunnus. Jauheita ja suojakaasuja koskee soveltuvien osin se, mitä edellä on sanottu lisäaineista.

Lisäaineiden valmistuksen tulee tapahtua viranomaisten valvonnassa. Laadunvalvontakokeiden tulosten tulee olla tarvittaessa saatavissa.

Lisäaineiden valintaa koskevat ohjeet on esitetty kohdassa 2.33.

1.55 Pinnoitusaineet

Pinnoitusaineiden tulee täyttää luvussa 4 asetetut laatuvaatimukset. Niiden kelpoisuuden toteutamisesta ja niistä kelpoisuuskirjaan tehtäviä merkintöjä koskevat määräykset ja ohjeet sisältyvät samaan lukuun.

1.56 Muut aineet ja tarvikkeet

Muiden aineiden ja tarvikkeiden laatuvaatimukset määritetään suunnitelmassa tai ne määräytyvät käyttötarkoituksen perusteella. Kelpoisuuskirjaan tulee merkitä mm. valmisteen nimi, valmistaja, tuoteseloste, valmistuserät ja mahdolliset laadunvalvontakokeiden tulokset.

Kaikkien aineiden ja tarvikkeiden valmistuksen tulee olla valvottua ja laadunvalvontakokeiden tulosten pitää olla saatavissa. Jos valmistaja käyttää sellaisia tuotteita, joiden laadunvalvonnasta ei ole saatavissa tietoa, tulee hänen tarkastaa tuotteet ennen käyttöä sekä tehdä soveltuvat laadunvalvontakokeet itse. Yksittäin valmistetut tarvikkeet on tarkastettava kaikki. Tehdasmaisesta sarjatuotannosta riittää luku-

- (1.56) määrän, käyttötarkoituksen ja valmistukseen liittyvien hajontatekijöiden perusteella määräytyvä otos. Velvollisuus selvittää aineiden ja tarvikkeiden kelpoisuus ennen niiden kiinnittämistä rakenteisiin koskee myös sellaisia tuotteita, joista laatutietoja ei ole syystä tai toisesta saatavissa.

1.6 Tarkkuusvaatimukset

1.61 Yleistä

Rakenneosat ja rakenteet on valmistettava ja asennettava sellaisella tarkkuudella, että valmis rakenne täyttää suunnitelmassa ja normeissa asetetut sekä käyttötarkoituksesta johtuvat vaatimukset lujuuden ja muiden ominaisuuksien suhteen.

1.62 Osien valmistustarkkuus

Rakenneosien tulee täyttää standardin SFS 3200 kohdassa 4.27 asetetut valmistustoleranssit, ellei suunnitelmassa tai tässä työselityksessä ole muuta määrätty taikka osien yhteensopivuus edellytä parempaa valmistustarkkuutta. Seuraavat toleranssit ovat poikkeuksia tai lisäyksiä standardissa SFS 3200 esitettyihin verrattuna:

- palkin sivuttaiskäyryys $\leq \frac{1}{1000} \times L$ ja enintään 30 mm
- esikorotuksen poikkeama $\pm \frac{1}{1500} \times L$ ja enintään ± 20 mm
- ristikon sauvojen käyryys $\leq \frac{1}{800} \times L$ ja enintään 10 mm

Laakerin kiinnityskohdan valmistustarkkuutta koskevia vaatimuksia on esitetty kohdassa 3.45.

1.63 Asennustarkkuus

Ellei suunnitelmassa esitetä muita vaatimuksia tai toiminnallisista tekijöistä muuta johdu, tulee asennetun silta-rakenteen täyttää seuraavat tarkkuusvaatimukset:

- kokonaispituus 1 mm/m, kuitenkin $\leq \pm 50$ mm
- jännemitta 1 mm/m, kuitenkin $\leq \pm 30$ mm
- kannen leveys $\leq \pm 20$ mm
- pääkannattajien keskinäiset välit $\leq \pm 10$ mm
- paikallavalettua laattaa kannattavien palkkien keskinäisten korkeusasemien erot ≤ 20 mm
- ratapölkkyjä kannattavien palkkien keskinäinen korkeusero (kiskojen keskinäinen korkeusero ja sen muutokset VR:n ohjeen mukaan) ≤ 5 mm
- pääkannattajan absoluuttinen korkeusasema $\leq \pm 20$ mm
- esikorotuksen poikkeama $\leq \pm 20$ mm
- pääkannatinrakenteen poikkeama pystytasosta tai muusta suunnitelman mukaisesta asennosta 1/200 rakennekorkeudesta, kuitenkin $\leq \pm 20$ mm
- peräkkäisten poikkikannattajien keskinäinen väli $\leq \pm 20$ mm
- poikkikannattajan korkeusasema pääkannattajan suhteen $\leq \pm 20$ mm
- ristikon sauvojen painopisteakselin poikkeama suunnitelman mukaisesta asemasta liitoksissa ≤ 5 mm
- laakereiden asema tuesta mitatun teoreettisen tukilinjan suhteen ≤ 30 mm
- laakereiden asema kannattajan jäykisteiden määrittämän tukilinjan suhteen ≤ 10 mm
- ristikon tai kaaren taikka muun vastaavan sauvarakenteen sauvojen painopisteakselien asema kannattajan tasossa h/100 ≤ 30 mm

1.7 Valvonta

Valmistajan tulee järjestää jatkuva laadunvalvonta sekä huolehtia kelpoisuuden toteamiseen liittyvistä tarkastuksista.

Rakennuttajalla on oikeus asettaa valvojia, jotka seuraavat työn edistymistä ja osallistuvat kelpoisuuden toteamiseen työkohtaisesti sovittavassa laajuudessa. Valmistajan on sallittava valvojille pääsy kaikkiin niihin paikkoihin, joissa suoritetaan valmistukseen kuuluvia työvaiheita tai varastoidaan aineita ja tarvikkeita taikka rakenneosia. Valmistajan on myös ilmoitettava, milloin ja missä suoritetaan sellaisia työvaiheita, joiden tarkastukseen valvoja on ilmoittanut osallistuvansa. Ilmoitus on tehtävä hyvissä ajoin ja tarkastukset järjestettävä mahdollisuuksien mukaan siten, että valvoja voi osallistua niihin normaalin työajan puitteissa. Jos tämä työselitys edellyttää valvojan tarkastusta ennen seuraavan työvaiheen aloittamista tai siitä on sovittu osapuolten kesken työtä aloitettaessa, ei valmistaja saa jatkaa työtä, ennenkuin tarkastus on suoritettu tai valvoja on todistettavasti ilmoittanut jättävänsä ko työvaiheen tarkastamatta.

Ellei rakennuttaja aseta valvojaa, tulee valmistajan käännyä sopimusasiakirjoissa nimetyn rakennuttajan edustajan puoleen niissä asioissa, jotka tämän työselityksen mukaan edellyttävät valvojan tarkastamista tai muita toimenpiteitä.

Valmistajan laadunvalvontaa suorittavalla henkilökunnalla ei saisi olla välitöntä tuotantovastuuta valvottavasta työkohteesta.

Rakennuttajan asettaman valvojan osallistumisen laajuus tulisi sopia työn aloituskokouksessa.

2. VALMISTUS

2.1 M a t e r i a a l i n e s i k ä s i t t e l y

2.11 Luettelointi ja merkinnät

Rakenneteräksen aineskappaleet, joista rakenne valmistetaan, on luetteloitava käyttöön otettaessa. Luettelo on merkittävä: sisäänottopäivämäärä, teräslaatu, mitat, sulatusnumero tai muu valmistuserän tunnus sekä niiden osien numerot, jotka kustakin aineskappaleesta on tarkoitus valmistaa. Tämän luettelon perusteella on myöhemmin tarkistettava, että kaikista siihen merkityistä aineksista on asianmukainen aines-todistus. Luettelo on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Jos urakka-asiakirjoissa vaaditaan tai asiasta muuten sovi-taan, on sulatusnumerot siirrettävä jokaiseen osaan, joka aineskappaleesta valmistetaan. Merkinnät on tehtävä stans-saamalla ja sijoitettava siten, että ne voidaan valmiista rakenteesta tarkastaa. Väsytkuormitetuissa rakenteissa ei stanssattuja merkkejä saa tehdä siten, että niistä aiheutu-va lovivaikutus heikentää rakenteen väsytslujuutta. Merkin-tätavoista on sovittava valvojan kanssa ennen työn aloittamis-ta. Kelpoisuuskirjaan on merkittävä, miten sulatusnumerot on merkitty tai siihen on liitettävä muu yksityiskohtainen selvitys materiaalin käytöstä.

Jotta väärin aineiden käytön mahdollisuus saa-taisiin mahdollisimman pieneksi, tulee edellä tarkoitettu sulatusnumeroitten tarkastus tehdä siten, että tarkastaja ei tiedä, mitä sulatus-numeroita hänen tulisi aineskappaleista löytää. On suotavaa, että valvoja pyydetään mukaan epä-selvien merkintöjen tulkintaan.

Materiaalin käyttö voidaan taltioda myös mm. merkitsemällä piirustuksiin, mistä sulatuksesta mikin osa on tehty. Esityksen tulee olla yksi-käsitteinen. Esitystavan arvostelee valvoja.

2.12 Valssauotuotteiden puhdistus ja suojaus

Polttoleikkausta ja hitsausta haittaava valssihilse, ruoste ja muut epäpuhtaudet on poistettava levyistä ja muototangoista ennen mainittuja työvaiheita. Puhdistus on tarpeen myös pinnan laadun toteamiseksi.

Puhdistetun teräspinnan saa suojata ns. konepajapohjamaalilla edellyttäen, että se ei sanottavasti vaikeuta polttoleikkausta eikä hitsausta. Hitsien kohdat on tarvittaessa jätettävä maalaamatta tai maali poistettava ennen hitsaamista. Konepajapohjan tulee sopia varsinaiseen pinnoiteyhdistelmään, ellei sitä poisteta kokonaan ennen pinnoitusta suoritettavassa puhdistuksessa.

On suositeltavaa, että varastosta otetut levyt ja tangot käyvät läpi suihku- tai sinkopuhdistuksen ennen jatkokäsittelyä. Ellei tätä voida järjestää, tulee valssihilse poistaa paikallisesti esim. hiomalla tai liekkikammalla. Leikkausluokka L2 edellyttää suihkupuhdistusta.

Konepajapohjamaaleja on suositeltavaa käyttää silloin, kun rakenneosien korroosio saattaa työn aikana muuten aiheuttaa lujuutta heikentäviä syöpymiä tai se voi haitata lopullisen pinnoitteen asettaman puhdistusasteen saavuttamista. Tarpeetonta konepajapohjan käyttöä tulee välttää, koska varsinkin sinkkipitoisilla maaleilla, joita silloissa useimmiten joudutaan käyttämään, on todettu olevan hitsisaumojen laatua heikentäviä ominaisuuksia. Jauhekaarihitsaus on erityisen arka konepajapohjan aiheuttamille häiriöille. Lisäksi on otettava huomioon, että myös konepajapohjalla maalatut pinnat on puhdistettava huolella ennen pinnoitusta, joskaan maalia ei tarvitse kokonaan poistaa.

2.13 Pintavikojen poisto

Levyjen ja muototankojen pinnassa havaitut valssausviat on tutkittava ja poistettava, jos niiden katsotaan heikentävän lujuutta tai korroosion kestävyyttä tai olevan muulla tavalla haitallisia. Väsytyskuormitetuista rakenneosista on poistettava kaikki lovivaikutusta aiheuttavat epätasaisuudet. Vikojen haitallisuuden arvostelee valvoja.

Lovet, halkeamat, säröt ja muut vastaavat epätasaisuudet saa tasoittaa hiomalla juoheiksi edellyttäen, että ainepaksuus ei, mahdollinen miinustoleranssi huomioon ottaen, tule enempää kuin 6 % nimellismittaa pienemmäksi ja että syntynyt kuoppa ei vaikeuta osien yhteensovitusta tai ole muulla tavalla haitallinen. Hiomajäljen tulee olla tasainen ja kaltevuuden 1:20 tai loivempi. Kaikki terävämuotoiset viat on avattava pohjaa myöten. Hionnan jälkeen on tarkastettava, että vika on kokonaan poistunut suorittamalla magneettijauhekoe (SFS 3286) tai vastaava pintavikojen tutkimiseen soveltuva koe.

Pintavikojen korjaaminen hitsaamalla vaatii aina valvojan ennakkotarkastuksen, jota varten viat on avattava hiomalla pohjia myöten. Korjaamisesta on laadittava yksityiskohtainen suunnitelma, jossa käsitellään kaikki hitsaukseen liittyvät asiat sekä mahdollisesti tarvittava lämpökäsittely. Lämpökäsittelyn tarpeellisuus ja suoritustapa riippuu mm. teräksen laadusta, kappaleen mitoista ja rakenteen rasitustavasta. Teräokset, joiden alempi myötöraja on 300 N/mm^2 tai enemmän, on normalisoitava hitsauksen jälkeen, ellei asiasta työkohtaisesti toisin sovita. Kaikki korjaushitsit on tarkastettava 100 %:sti sekä pintaviat että syvemmillä olevat virheet paljastavilla menetelmillä.

6 % alituksen ainepaksuudessa katsotaan sisältyvän suunnittelussa käytettyihin varmuusker-toimiin. Sitä suurempikin alitus voi tulla ky-

(2.13)

symykseen, jos se voidaan perustella yksityiskohtaisella jännitystarkastelulla.

Hiomalla tehdyistä syvennyksistä voi olla haittaa mm. kitkaliitoksissa, hitsisaumoissa ja kosketussovitusta vaativissa kohdissa. Ne voivat olla haitallisia myös lian ja roskan kerääntymisen kannalta sekä pelkästään ulkonäkösyistä.

Hiomalaikka voi tasoittaa ohuen raon siten, että vika jatkuu vielä syvemmälle, vaikka sitä ei voi silmällä havaita. Tämän takia on suoritettava vielä asiaa varmistava tutkimus. Magneettisen särön toteamisen ohella voi tunkeutumisnestekoe (SFS 3287) tulla myös kysymykseen.

Pintavikojen korjaaminen hitsaamalla on suunniteltava ja suoritettava ammattitaidolla ja huolella, koska se pyrkii aiheuttamaan haitallisia kiderakennemuutoksia ja sisäisiä jännitystiloja. Hitsaussuunnitelma saattaa edellyttää perusteluikseen vielä menetelmäkokeiden suorittamista varsinkin, jos hitsausta ei seuraa normalisointi. Suurten levyjen normalisointi on yleensä mahdollista vain terästehtaalla.

Paikalliset hitsauskorjaukset voidaan joskus välttää esim. jakamalla osa pintavian kohdalta kahtia ja hitsaamalla puoliskot taas yhteen.

2.14 Oikaisu

Levyjen ja tankojen suoruus on tarkastettava, ennenkuin niistä valmistetaan rakenneosia. Ellei rakenneosilta vaa-
dita parempaa tarkkuutta, tulee aineskappaleiden yleensä täyttää seuraavat suoruusvaatimukset:

- levyjen ja lattatankojen aaltomaisuus ≤ 3 mm/m
- muototankojen käyryys $\leq L:800$.

Tarkastus ja mahdollisesti tarvittava oikaisu voidaan tehdä myös sen jälkeen, kun osat on jo leikattu.

Oikaisu on tehtävä sellaisilla menetelmillä, jotka eivät vahingoita ainetta. Jos oikaisu tapahtuu kylmänä, ei plas-
tinen muodonmuutos saa ylittää 2 %, ellei terästä normali-
soida oikaisun jälkeen. Siinä tapauksessa, että oikaistu
kohta ei tule hitsisauman vaikutusalueelle, saa oikaisussa
noudattaa taivutukselle asetettuja rajoja. Oikaisussa on
noudatettava muutenkin taivutusta koskevia ohjeita. (Vrt.
2.25 ja SFS 3200:4.25.) Teräksen vanhenemisominaisuudet on
selvitettävä ja otettava työmenetelmiä valittaessa huomioon.

Käytettäessä oikaisuun paikallista kuumentamista, ei lämpö-
tila saa nousta niin korkeaksi, että se aiheuttaa kideraken-
nemuutoksia, eikä missään tapauksessa yli $+600^{\circ}\text{C}$. Lisäksi
on otettava materiaalin sekä aineskappaleiden koon ja muo-
don asettamat muut rajoitukset huomioon. Paikalliseen kuu-
mennukseen ei saa liittyä mekaanista taivutusta. Kuumana
taivutuksen tulee tapahtua teräksen kuumamuokkauslämpöti-
lassa, joka on yleensä n. $+800^{\circ}\text{C} \dots +1000^{\circ}\text{C}$. Tarpeen vaati-
essa on kuumamuokkauslämpötila kysyttävä teräksen valmista-
jalta.

Valssaustuotteiden toimitusehdot sallivat
yleensä suurempia poikkeamia, kuin mitä voi
tulla kysymykseen rakenneosia valmistettaessa.
On huomattava, että rakenneosille voidaan aset-
taa kovempiakin suoruusvaatimuksia kuin edellä

(2.14)

esitettyt. Samoin on mahdollista, että aineskappaleista, joiden suoruus ei täytä em. vaatimuksia, voidaan valmistaa vaatimukset täyttäviä osia. On suositeltavaa, että pienet osat oikaistaan vasta leikkauksen jälkeen, jolloin paloittelussa mahdollisesti tapahtuvat vääntymät tulevat myös suoristetuiksi.

Oikaisun yhteydessä tapahtuu aina pysyviä muodonmuutoksia, jotka muuttavat teräksen ominaisuuksia. Varsinkin vanhenemiseen taipuvilla teräksillä on kylmämuokkauksesta seurauksena haurasmurtumariskin lisääntyminen. Lämpötila-alueella $+200^{\circ}\text{C} \dots +400^{\circ}\text{C}$ vanheneminen on erittäin voimakasta. Oikaistaessa syntyy harvoin suurempia pysyviä muodonmuutoksia kuin 2 %, joka vastaa taivutussäteen ja ainepaksuuden suhdetta $R:t \approx 25$. Sellaiset aineskappaleet, joissa on äkillisiä mutkia tai taitteita, on syytä hylätä tai käyttää siten, että taitekohdat leikataan pois.

Paikallista kuumentamista voidaan käyttää esim. jäykkien muototankojen oikaisuun. Lämpötilaa tulee valvoa esim. liidulla. Jäähtymisen tulee tapahtua hitaasti ilmassa.

Kuumamuokkauslämpötila riippuu teräslaadusta. Käytettäessä erikoisteräksiä esim. hienoraeteräksiä, on syytä kysyä teräksen valmistajalta ohjeita. Muokkauksen aikana ei lämpötila saa laskea alle alarajan, joten aloituslämpötilan tulee olla lähellä ylärajaa. Kuumamuokkauslämpötilasta poikkeaminen johtaa yleensä kappaleiden normalisoimiseen.

2.2 Paloittelu ja muotoilu

2.21 Osien mittaus ja piirroitus

Mittaukseen on käytettävä sellaisia tarkoitukseen soveltuvia laitteita, joiden toiminta on tarkistettu. Pyydettyäessä on vakaustodistukset esitettävä valvojalle.

Osia mitattaessa ja piirroitettaessa on otettava huomioon, että rakennepiirustuksissa on mitat annettu lämpötilassa $+20^{\circ}\text{C}$, ellei suunnitelmassa toisin mainita ja että ne ovat teoreettisia, jolloin mahdolliset työvarat, railot, hitsauksen aiheuttamat muodonmuutokset ym. tekijät on otettava osien mitoissa huomioon.

Piirroitus on tehtävä suuremmalla tarkkuudella, kuin mitä osilta vaaditaan. Tarpeen vaatiessa on apuna käytettävä mallia. Piirroitusta ei tarvitse tehdä, jos osien paloittelu ja rei'itys tapahtuvat optisesti tai numeerisesti ohjatuilla koneilla.

Mittojan vertailulämpötila $+20^{\circ}\text{C}$ on valittu mittanauhojen vakaustilalämpötilan mukaan. Jos mitat on annettu muussa lämpötilassa, on nauhalla mitattaessa otettava lämpötilakorjaus huomioon. Nauhan ominaiskorjaus sekä riippuma- ja kaltevuuskorjaukset voivat myös tulla ainakin pitemmissä mitoissa kysymykseen. Jos mitta on valmistettu muusta aineesta kuin teräksestä tai jos teräsmitalla mitataan muuta ainetta olevia kappaleita, aiheuttaa aineiden erilainen lämpöpiteneminen lukemien korjaustarvetta, kun mitauslämpötila poikkeaa vakaustilalämpötilasta.

2.22 Polttoleikkaus

Rakenneteräksiä saa paloitella polttoleikkaamalla, ellei sitä ole suunnitelmassa tai teräksen valmistajan ohjeissa kielletty. Leikkaus on suunniteltava ja suoritettava siten, että teräksen karkeneminen tai muu haitallinen ominaisuuksien muuttuminen estyy. Tarpeen vaatiessa on suoritettava taivutuskoe polttoleikatuilla sauvoilla, joiden nurkat on viistetty.

Leikkausjäljen nopea jäähtyminen saattaa aiheuttaa karkenemista. Tämän estämiseksi voidaan leikkauspolttimien jäljessä kuljettaa lämmitysliekkiä.

Leikkausjäljen tulee täyttää standardissa SFS 2373 luokalle L2 asetetut vaatimukset, ellei suunnitelmassa vaadita parempaa laatutasoa. Ellei reunan muotoa ole tarkemmin määrätty, on leikatuista reunoista särmät viistettävä noin 1 x 1 mm, hitsisaumaan rajoittuvista reunoista kuitenkin vain siltä osin, kuin ne haittaavat hitsaamista ja hitsisauman laatua.

Tarpeen vaatiessa on leikkausjälkeä korjattava hiomalla. 3 mm syvempien kolojen eli graadien täyttäminen hitsaamalla voi tulla kysymykseen, mutta vain valvojan luvalla. Tällöin on korjaamisesta laadittava yksityiskohtainen suunnitelma kuten pintavikojen korjauksesta. (Vrt. 2.13.)

Jos suunnitelma edellyttää leikkausluokkaa L3 (SFS 2373), on polttoleikatut reunat hiottava kauttaaltaan tasaiseksi siten, että leikkauspinnan juovikkuus häviää. Graadit tulee tasoittaa juoheiksi kaltevuuteen 1:40 tai loivemmiksi. Reunat viistetään n. 2x2 mm, ellei reunan muotoa ole tarkemmin määrätty.

Koska huonon polttoleikkausjäljen korjaaminen on vaikeaa ja korjattuna tulos on harvoin kaikin puolin hyvä, on leikkaustyö suunniteltava ja valmistettava huolellisesti. Paksu valssihilse aiheuttaa helposti häiriöitä, joten se

- (2.22) tulee yleensä poistaa ennen leikkausta (vrt. 2.12). Laitteet on pidettävä moitteettomassa kunnossa.

2.23 Muut leikkausmenetelmät

Muita leikkausmenetelmiä on käytettävä, jos leikkausjäljelle tai muodolle asetetaan suunnitelmassa sellaisia vaatimuksia, joita ei polttoleikkauksella voida saavuttaa tai materiaalin ominaisuudet tekevät polttoleikkauksen soveltumattomaksi. Leikkauksesta ei saa aiheutua materiaalia vahingoittavaa kylmämuokkausta tai lämpövaikutusta.

Jos leikkausjäljen laatuvaatimus on suunnitelmassa määritetty polttoleikkausluokan perusteella, on muilla leikkausmenetelmillä saatava aikaan samat vaatimukset täyttävä tulos.

Leikkauksessa syntyneet jäysteet ja purseet on poistettava, jos ne haittaavat osien yhteensopivuutta, pinnoitusta tai rakenteen käyttöä. Rakenteessa vapaaksi jäävät reunat on yleensä viistettävä n. 1x1 mm, elleivät käyttö- tai muut ominaisuudet muuta edellytä. (Vrt. 2.22.)

Tässä kohdassa tarkoitettuja leikkausmenetelmiä ovat mm. sahaus ja saksilla leikkaaminen.

2.24 Särmäys ja taivutus

Särmäämällä muotoiltavat rakenneosat on yleensä valmistettava teräksestä, jolle sen valmistaja antaa särmättävyys-takuun. Särmättäessä poikkeustapauksessa sellaista terästä,

- (2.24) jota ei ole toimitettu särmättävyystakuulla, on ennakkokokeilla selvitettävä työn onnistuminen. Sellaista terästä, jolla on taipumusta vanhenemiseen ei saa särmätä eikä taivuttaa kylmänä.

Kylmänä taivutettaessa ei saa alittaa standardissa SFS 200 ilmoitettuja pienempiä taivutussäteitä. Jos suunnitelma edellyttää e.m. pienempiä taivutussäteitä, on taivutus tehtävä kuumana, ellei riittävillä ennakkokokeilla ja huolellisella jälkitarkastuksella osoiteta, että särmättävällä teräserällä taivutus onnistuu kylmänä. Tarkastuksessa on suoritettava 10-prosenttinen säröntodenta magneettijauhe- tai tunkeumanestemenetelmällä.

Kelpoisuuskirjaan on merkittävä työtapa ja -lämpötila, jos sitä ei ole suunnitelmassa mainittu.

Särmäyksessä ja taivutuksessa on muuten noudatettava SFS 3200 kohdassa 4.25 annettuja ohjeita.

Jos työtapa ja taivutuslämpötila on mainittu suunnitelmassa, voidaan niistä poiketa vain suunnitelmaa muuttamalla. Valmistajan tulee kuitenkin ehdottaa muutosta, jos hänen käsityksensä mukaan joku muu työtapa soveltuu materiaalin ominaisuuksista, käytettävistä laitteista tai muista seikoista johtuen paremmin.

Säröntodenta tulee suorittaa siten, että kaikki reunat tulevat tarkastetuiksi ja taipeen keskeltä suoritetaan vain pistokokeita.

2.25 Reikien tekeminen

Reiät on tehtävä poraamalla, ellei suunnitelmassa muuta mainita tai työn aikana toisin sovita.

Reikien on oltava pyöreitä, suorita, sileitä ja ehytpintaisia. Ellei suunnitelma edellytä hiomista, riittää hyväkuntoisella poralla saatava pinnan laatu. Purseet on aina poistettava reiän reunoista.

Reikien nimellismitat ja toleranssit määräytyvät suunnitelman ja liitoksia koskevien ohjeiden perusteella. (Vrt. 2.5 ja 2.6.)

Lävistämällä tehtyjen reikien laatu on riippuvainen mm. työvälineistä ja perusaineen ominaisuuksista. Koska lävistettäessä reiän reunoihin saattaa syntyä halkeamia tai muita lujuuutta heikentäviä vikoja, on tämän menetelmän käyttö rajoitettu. Erikseen sovittaessa se saattaa kuitenkin tulla kysymykseen sellaisissa rakenneosissa, jotka eivät ole väsytytkuormitettuja.

2.26 Työstö

Suunnitelmassa työstettäväksi määrätyt pinnat saa työstää sellaisella lastuavalla työstömenetelmällä, joka soveltuu kappaleen muotoihin ja jolla saavutetaan vaadittu mittatarkkuus ja pinnan laatu, ellei menetelmää ole määritetty. Profiilisyyvyys saa olla enintään $R_a = 6.3 \mu\text{m}$, ellei muuta ole vaadittu.

Työstäminen voi olla tarpeen myös osien yhteensopivuuden takia, vaikka sitä ei olisi suunnitelmassa vaadittukaan. Kappaleen sisäisestä jännitystilasta saattaa edelleen aiheutua tarve työstää kappaleen molemmat pinnat, vaikka suoruuksia ja sileyttä koskevat vaatimukset kohdistuvat vain toiseen pintaan.

Polttoleikattu ja hiomalla tasoitettu pinta voi vain poikkeustapauksessa vastata lastuamalla työstettyä pintaa.

2.3 H i t s a u s

2.31 Hitsaussuunnitelma

Hitsauksesta on laadittava yksityiskohtainen suunnitelma kirjallisesti. Siinä on esitettävä mm:

- selvitys perusaineen hitsattavuudesta,
- hitsausolosuhteet,
- mahdollisesti tarvittava esilämmitys,
- hitsausjärjestys,
- railon muodot ja railojen viimeistely,
- hitsausasennot,
- hitsausmenetelmät ja -laitteet,
- käytettävät lisäaineet: puikot, langat, jauheet ja suo-
jakaasut,
- hitsausenergia, kuljetusnopeus ja virta,
- perustelut lisäaineiden, hitsausmenetelmän ja hitsaus-
arvojen valinnalle (tarvittaessa menetelmäkokeet),
- hitsaajien pätevyysvaatimukset,
- mahdollinen hitsien jälkikäsitteily,
- hitsien tarkastaminen ja
- hitsausvirheiden korjaus.

Hitsaussuunnitelma on jätettävä valvojalle tarkastettavaksi hyvissä ajoin ennen hitsaustyön aloittamista. Tarkastetusta suunnitelmasta ei saa poiketa ilman tarkastajan lupaa. Hitsaussuunnitelma ja siihen mahdollisesti liittyvät menetelmä-
kokeiden tulokset on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Hitsaussuunnitelman tulee olla niin yksityis-
kohtainen, että siitä selviävät kaikki hitsatun
rakenteen ominaisuuksiin vaikuttavat seikat ja
että työ voidaan sen perusteella toteuttaa ja
valvoa.

2.32 Railojen valmistus

Valmistajan tulee harkita, minkälaisia railon muotoja on käytettävä, jotta hitsausasennot ja -menetelmät huomioon ottaen saadaan suunnitelmassa esitetty sauman muoto ja laatu.

Railot on tehtävä muodoiltaan yleisten suositusten mukaisiksi, ellei menetelmäkokeilla osoiteta muita railon muotoja edullisemmiksi. Railon valmistuksen vaatimia työvaroja ja ilmarakoa ei ole rakennesuunnitelmassa otettu osien mitoissa huomioon, ellei sitä ole erikseen mainittu. Railot on sovittava hitsausmenetelmän edellyttämällä tarkkuudella.

Railot saadaan leikata ja viistää polttoleikkaamalla tai mekaanisesti työstäen. Ne on puhdistettava huolellisesti sauman laatua heikentävistä epäpuhtauksista kuten maalista, rasvasta ja kosteudesta. Valssihilse ja ruoste on myös poistettava hitsausmenetelmän ja sauman muodon asettamien vaatimusten mukaisesti.

Valmistajan tulee harkita railon muodon soveltuvuutta myös siinä tapauksessa, että se on esitetty rakennesuunnitelmassa yksityiskohtaisesti. Tarpeen vaatiessa on tällöin tehtävä esitys suunnitelman muuttamisesta.

Railon muotoja koskevana yleisenä suosituksena voidaan pitää esim. RIL 113 luvussa 15 esitettyjä kuvia 13, 14 ja 15. Mahdollinen juurituki kuuluu myös railon muotoiluun, vaikka sitä ei olisi rakennesuunnitelmassa esitettykään.

Haitallisina on pidettävä sellaisia epäpuhtauksia, jotka aiheuttavat hitsausvirheitä tai heikentävät tunkeumaa. Tunkeuman tulee olla mahdollisimman tasainen, vaikka läpihitsautumista ei vaadittaisikaan.

2.33 Lisäaineiden valinta

Valmistajan on valittava lisäaineet hitsausmenetelmän ja perusaineen asettamat vaatimukset huomioon ottaen siten, että hitsisauma täyttää sille asetetut vaatimukset. Ellei suunnitelmassa muuta mainita tai asiasta toisin sovita, ovat hitsisauman lujuus- ja iskusitkeysvaatimukset samat kuin perusaineella. Perusainetta huomattavasti lujempaa lisäainetta ei yleensä saa käyttää.

Valinnan saa yleensä perustaa lisäaineen valmistajan suositukseen ja viranomaisen (Teknillisen tarkastuslaitoksen) käyttö lupiin. Jos perusaineen murtolujuusvaatimus on $\geq 400 \text{ N/mm}^2$ ja iskusitkeyskokeen lämpötila $\leq -30^\circ\text{C}$, on lisäaineiden soveltuvuus kuitenkin osoitettava menetelmäkokeilla. Sama koskee myös säänkestäviä teräksiä lujuus- ja laatuluokasta riippumatta. Kokeet on suoritettava standardia SFS 3326 soveltuvin osin noudattaen. Ne voi suorittaa myös valmistaja rakennuttajan asiantuntijan valvonnassa. Menetelmäkokeissa on hitsaus suoritettava samalla tavalla kuin varsinaisessa rakenteessa. Hitsaajienkin tulisi olla mahdollisuuksien mukaan samoja.

Menetelmäkokeita ei tarvitse kuitenkaan uusia, jos samoilla perusaineilla on aikaisemmin suoritettu kokeet, jotka muutenkin vastaavat rakenteissa suoritettavaa hitsaustyötä.

Lisäaineita on säilytettävä siten, että ne eivät pääse kostumaan tai likaantumaan eivätkä muutenkaan muuttumaan siten, että hitsisauman ominaisuudet heikkenevät. Valmistajan tulee käyttää lisäaineiden säilytykseen ja kuivaukseen hyvän tuloksen takaavia laitteita.

Sellaisia lisäaineita, joiden laatua ei voida tunnistaa tai joiden ominaisuudet ovat esim. puutteellisten säilytysolosuhteiden vuoksi kyseenalaiset, ei saa käyttää.

Käsihitsauksen lisäaineiksi soveltuvat yleensä vähävetyiset, emäksiset hitsauspuikot. Väsytyk-

(2.33)

kuormitettuja rakenteita valmistettaessa tulee käyttää sellaisia lisäaineita, joilla hitsin liittyminen perusaineeseen saadaan mahdollisimman juoheaksi ja hitsin kupu matalaksi tai koveraksi. Hitsin lujuusarvoista ei kuitenkaan saa tinkiä.

Lisäaineiden säilytyksessä ja kuivauksessa tulee noudattaa valmistajien antamia ohjeita ja suosituksia.

2.34 Hitsausjärjestys ja muodonmuutosten ehkäiseminen

Hitsausjärjestys on suunniteltava sellaiseksi, että hitsausjännitysten ja haitallisten muodonmuutosten syntyminen jää mahdollisimman vähäiseksi.

Hitsauksen aiheuttamia muodonmuutoksia tulee ehkäistä mahdollisuuksien mukaan esitaivutuksella tai muilla sopivilla ainetta vahingoittamattomilla toimenpiteillä.

Palkin jatkoksen hitsausjärjestykseksi suositellaan SFS 3200 kuvissa 3.5524a ja b esitettyjä tapoja. Myös muita lähdekirjoja on suotavaa käyttää hitsausjärjestystä suunniteltaessa.

Uuman ja laipan liitoshitsin vaikutus voidaan ehkäistä taivuttamalla laippa loivan V-kirjaimen muotoiseksi. Laipan jatkoshitsin kohdalle on tehtävä kulma, ellei railo ole siten muotoiltu, että kulmakiertymää ei pääse tapahtumaan. Hitsauksen aiheuttamaan kutistumiseen voidaan varautua leikkaamalla osat teoreettista mittaansa pitemmiksi. Myös osien leikkausmuotoa voi tarpeen muuttaa hitsauksen aiheuttaman muodonmuutoksen eliminoimiseksi. Kuumentaminenkin voi tulla kysymykseen muodonmuutosten ehkäisemiseksi tai pienentämiseksi. (Vrt. 2.36.)

2.35 Hitsaaminen

Suunnitelmaa laadittaessa on yleensä otaksuttu, että hitsattavia kappaleita käännellään siten, että hitsaus voidaan suorittaa edullisemmassa asennossa. Väsytytkuormiteissa rakenteissa vaikuttaa hitsausasento myös liitoksen muotoiluun ja sitä kautta sallittuihin jännityksiin.

Ellei suunnitelmassa ole asetettu joko suoraan tai välillisesti, esim. tunkeuman kautta, vaatimusta hitsausmenetelmälle, saa valmistaja käyttää liitosmuotoihin soveltuvaa kaarihitsausmenetelmää. Muiden hitsausmenetelmien käyttö voi tulla kysymykseen vain erikseen sovittaessa.

Hitsausolosuhteet on järjestettävä sellaisiksi, että työn suorittaminen moitteettomasti on mahdollista. Railojen kastuminen tai likaantuminen on tarvittaessa estettävä suojuksin. Samoin on hitsatut kappaleet suojattava liian nopealta jäähtymiseltä.

Hitsausta saavat suorittaa vain luokan IIW4 tai paremman suorittaneet hitsaajat. Luettelo työn suorittaneista hitsaajista on liitettävä kelpoisuuskirjaan. Luetteloon on merkittävä luokkakokeiden suoritus aika, kokeen laatu ja arvostelu. Koetodistukset on vaadittaessa esitettävä valvojalle.

Hitsaukseen saadaan käyttää vain sellaisia tarkoitukseen soveltuvia laitteita, joilla saavutettu työntulos on käyttökokemuksen ja/tai menetelmäkokeiden perusteella todettu vaatimuksia vastaavaksi ja tasalaatuiseksi. Laitteet on pidettävä työn aikana huolto- ja säätötoimenpiteillä jatkuvasti moitteettomassa kunnossa.

Hitsausasennolla ja -menetelmällä on vaikutusta sauman lujuusominaisuuksiin, vaikka hitsi olisi virheetönkin. (Vrt. väsytyslujuus.) Mahdollisuus hitsausvirheiden syntymiseen kasvaa, jos hitsaus-

(2.35)

asento on työn kannalta vaikea tai hitsausmenetelmä sellainen, että sauman laatua ei voida hallita.

Hitsausolosuhteet tulee tehdä myös hitsaajan kannalta edullisiksi, jolloin riski virheiden syntymiseen pienenee. Ellei olosuhteisiin liittyviä häirtatekijöitä voida poistaa, tulee työn onnistuminen varmistaa menetelmäkokeilla.

2.36 Lämpökäsittely

Hitsauksen jälkeisen jäähtymisen hidastamiseksi on hitsattavat kappaleet esilämmitettävä, jos perusaine, olosuhteet tai hitsausmenetelmä sitä edellyttää.

Hitsauksesta tai muista syistä aiheutuneet muodonvääristymät saadaan yleensä oikaista paikallista kuumennusta käyttäen. Kuumennusta voidaan käyttää myös hitsausjännistysten ja -muodonmuutosten estämiseksi tai pienentämiseksi. Kuumennuskohdassa ei lämpötila saa nousta yli 600°C, mikä on väriliidulla tai muulla mittauksella varmistettava.

Jos suunnitelmassa niin vaaditaan, on hitsatuille kappaleille suoritettava jännityksenpoistohehkutus tai normalisointi perusaineen valmistajan antamien ohjeiden mukaan.

Lämpökäsittelyistä on merkittävä kelpoisuuskirjaan lämmitystapa, lämpötilat ja kohteet.

Kaikki lämpökäsittelytoimenpiteet tulee suorittaa huolellisesti ja tarkan työsuunnitelman (hitsaussuunnitelma) mukaan. Myös hitsaukseen liittyvää esilämmitystä on valvottava lämpötilamittauksin. Esilämmitetyn alueen tulee olla riittävän leveä, jotta haluttu jäähtymisnopeuden hidastuminen saavutetaan. Suunnitelman edellyt-

(2.36)

tämä lämpötila tulee saavuttaa vähintään 3-ker-
taisen ainepaksuuden ja vähintään 80 mm levey-
dellä sauman molemmilla puolilla.

2.37 Saumojen tarkastus

Kaikki hitsisaumat on tarkastettava silmämääräisesti ja sen lisäksi ainetta rikkomattomin menetelmin saumojen muotoon ja sijaintiin soveltuvalle tavalla. Tarkastuksen laatu ja laajuus on valittava standardin SFS 2373 mukaisesti. Tarkastuksesta on laadittava yksityiskohtainen suunnitelma ja pöytäkirja, jotka liitetään kelpoisuuskirjaan. Suunnitelma kuuluu osana hitsaussuunnitelmaan ja on siinä yhteydessä esitettävä tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.

Päittäishitsien ja T-liitosten tarkastuksessa saadaan röntgenkuvauksen sijasta käyttää ultraäänitarkastusta (SFS 3290) edellyttäen, että ultraäänitarkastuksesta tehdään yksityiskohtaiset pöytäkirjat, joista käy yksikäsitteisesti ilmi tarkastuskohta sekä havaitut virheet ja niiden sijainti. HL2-luokan hitsit on lisäksi tutkittava tunkeumaneste- tai magneettijauhemenetelmällä mahdollisten pintavikojen paljastamiseksi sen jälkeen, kun ne on hiottu.

Röntgenkuvat ja ultraäänitutkimukset arvostellaan IIW:n asteikon mukaan ottaen VTT:n antamat tulkintakokeet huomioon. Ellei suunnitelmassa toisin mainita tulee siltarakenteiden hitsien yleensä täyttää luokan 4 mukaiset vaatimukset hitsausluokasta riippumatta. Luokka 3 voi kuitenkin tulla kysymykseen kohdassa 2.38 selostetuissa tapauksissa.

Tarkastusta suorittavalla henkilökunnalla tulee olla riittävä koulutukseen ja kokemukseen perustuva ammattitaito. Laitteiden tulee olla tehtävään soveltuvia ja kunnoltaan luotettavia.

(2.37)

Hitsien silmämääräisessä tarkastuksessa tulee kiinnittää huomiota saumojen pinnan tasaisuuteen ja juoheaan liittymään perusaineeseen. Pienahitsien tasakylkisyys on myös todettava.

Jos ainepaksuus on 30 mm tai enemmän, on suotavaa, että röntgenkuvauksen sijasta tai sen rinnalla käytetään ultraäänitutkimusta. Röntgenkuvauksessa paljastuneen virheen ulottuminen kuva-alueen ulkopuolelle voidaan myös selvittää ultraäänitutkimuksella.

Ultraäänitarkastuksesta laadittavaan pöytäkirjaan tulee merkitä hitsausvirheen laatu ja sijainti sekä sauman laatuluokka (11W). Sijainti tulee määritellä sekä sauman pituus- että paksuussuunnassa. Pöytäkirjoihin on liitettävä sellaiset piirustukset, joissa tarkastuskohdan asema rakenteessa voidaan yksikäsitteisesti osoittaa. Myös sellaisista virheistä, jotka eivät edellytä korjaamista, on merkittävä, millä sauman osalla niitä esiintyy. Korjatut kohdat on tarkastettava myös korjauksen jälkeen. Tarkastuspöytäkirjoista tulee käydä ilmi havainnot ennen korjausta ja korjauksen jälkeen. Korjauksen laajuus on myös selvitettävä.

2.38 Korjaustoimenpiteet

Tarkastuksissa havaitut virheelliset hitsisaumat on korjattava ja korjauksen jälkeen vielä tarkastettava. Tarkastus on ulotettava yli korjauskohdan.

Korjaus on tehtävä siten, että rakenteen lujuus ei siitä heikkene tai sen käyttökelpoisuus muuten esim. muodonmuutosten takia huonone. Jos virhe on paikallinen ja laadultaan ja sijainniltaan sellainen, että rakenteen jännitystila huomioon ottaen lujuutta voidaan pitää vielä riittävänä, ei luok-

- (2.38) kaan 3 sallittavia virheitä yleensä pitää korjata. Alamittaisia pienahitsejä ei myöskään tarvitse korjata, jos alitus on paikallinen (enintään 20 % sauman pituudesta) ja mitattu a-mitta on enintään 1 mm teoreettista pienempi. Jos ylimääräistä a-mittaa on enemmän kuin 50 % tai 3 mm, on se poistettava hiomalla, ellei asiasta työkohtaisesti toisin sovita. Erikyllinen pienahitsi on yleensä täydennettävä lisäpalolla tasakylkiseksi. Hitsin pienen tasaisuusvaatimus on täytettävä tarvittaessa hiomalla.

Raapaisujälkeä sauman ulkopuolella pidetään myös virheenä, joka on korjattava. Ellei korjaussuunnitelmassa esitetä muuta menettelyä, on raapaisukohdalta hiottava perusainetta n. 1 mm syvyydeltä. Tämän jälkeen on vielä suoritettava magneettijauhe- tai tunkeumanestekoe.

Korjaustoimenpiteistä on vaadittaessa tehtävä yksityiskohtainen suunnitelma. Suoritetuista korjauksista on merkittävä kelpoisuuskirjaan korjatut kohdat ja korjaustapa.

Taitamaton korjaaminen saattaa heikentää rakennetta. Paikallinen korjaus jäykässä kappaleessa aiheuttaa voimakkaita hitausjännityksiä.

Lämmön tuonti voi olla myöskin varsinaiseen hitsaustyöhön verrattuna vähäistä, joten nopean jäähtymisen ja siitä johtuvan karkenemisen vaara on yleensä suuri. Tämän vuoksi esilämmitys saattaa korjauksen yhteydessä olla tarpeen, vaikka varsinainen hitsaustyö ei sitä edellyttäisikään.

Yleensä on suotavaa, että saumaa avataan vähintään 10 x sauman paksuuden tai a-mitan verran, vaikka virhe olisi aivan pistemäinen.

2.39 Saumojen viimeistely

Hitsisaumojen pinnan tasaisuutta ja muotoa samoin kuin liittymistä perusaineeseen on tarpeen vaatiessa parannettava hiomalla tai muulla sopivalla työstömenetelmällä vastaamaan standardissa SFS 2373 tai suunnitelmassa asetettuja vaatimuksia. Viimeistelyyn kuuluu myös roiskeiden poisto.

Viimeistelyyn tulee käyttää sellaisia työkaluja, joilla vaadittu työntulos voidaan saavuttaa.

Tämänkin työvaiheen suunnittelu ennakolta on tärkeä, koska suunnitelmassa saattaa olla yksityiskohtia, joita muuttamalla viimeistelytyötä voitaisiin helpottaa, jos muutosta esitetäisiin riittävän varhaisessa vaiheessa.

2.4 V a a r n a p u l t i t

2.41 Tarvikkeet

Pulttiteräksen kemiallisen koostumuksen tulee olla teräkselle Fe 37D standardissa SFS 200 asetettujen vaatimusten mukainen. Valmiiden pulttien tulee hitsattuina täyttää seuraavat lujuusvaatimukset:

- murtolujuus $R_m = 450 \dots 600 \text{ N/mm}^2$
- alempi myötöraja $R_{eL} \geq 350 \text{ N/mm}^2$
- murtovenymä $A_5 \geq 15 \%$

Pulttit saadaan valmistaa kylmämuokatusta tangosta puristamalla, valssaamalla tai lastuamalla. Valmistustarkkuuden tulee olla hitsauslaitteiden asettamien vaatimusten mukainen. Kärki on muotoiltava siten, että hitsaus onnistuu moitteettomasti.

Pulteissa ei saa olla lujuutta tai hitsausta haittaavia vikoja. Niitä ei saa käsitellä betonin tartuntaa heikentävillä eikä hitsausta haittaavilla aineilla.

- (2.41) Pulttit on hitsattaessa varustettava tarkoitukseen sopival-
la keraamisella valokaarisuojalla.

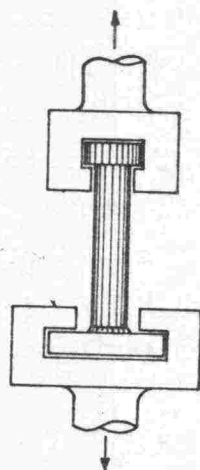
Tarvikkeiden tulee olla tyyppihyväksyttyjä tuotteita, joi-
den valmistusta valvotaan siten, että tasalaatuisuus tulee
varmistetuksi ja että laadunvalvontakokeiden tulokset saa-
daan tarvittaessa käyttöön. Ellei tyyppihyväksyntää ole
suoritettu tai tuotteita muuten vastaavalla tavalla hyväk-
sytty, on suoritettava ennakkokokeet niiden käyttökelpoisuu-
den osoittamiseksi. Myös ulkomailla suoritettu tyyppihyväk-
syntä voi tulla kysymykseen, jos se materiaalien, työtavan
ja olosuhteiden puolesta vastaa ko. työtä.

Uusilla tuotteilla on tehtävä ennakkokokeet
hyväksyttyjä hitsauslaitteita käyttäen. Ko-
keissa on hitsattava 30 kpl pultteja käyttäen
10 % optimia suurempaa virranvoimakkuutta ja
30 kpl 10 % optimia pienemmällä virranvoimak-
kuudella. Muiden säätöarvojen tulee olla pult-
tien valmistajan suositusten mukaisia. Jokaisen
koekappaleen hitsauksessa on mitattava ja mer-
kittävä muistiin jännite, virranvoimakkuus ja
hitsausaika. Jos perusaineena, johon pulttit
hitsataan, käytetään Fe 52 C/SFS 200 terästä,
voidaan pultteja yleensä käyttää myös perusai-
neiden Fe 37 C ja D, Fe 44 C ja D sekä Fe 52 D
kanssa. Säänkestävillä teräksillä on kokeet suo-
ritettava erikseen. Perusainelevyn paksuus on
20 mm.

Kummastakin koesarjasta 10 koekappaleelle suo-
ritetaan vetokoe kuvan 2:1 mukaan. Lopuille koe-
kappaleista suoritetaan kuvan 2:2 mukainen tai-
vuttelukoe, jossa pulttia taivutellaan 30° puo-
lelta toiselle, kunnes se murtuu. Jos murtuma
tapahtuu pultissa tai levyssä, koe hyväksytään.
Kaikkien koekappaleiden tulee täyttää vaatimuk-
set. Kokeen saa samoilla säätöarvoilla uusia

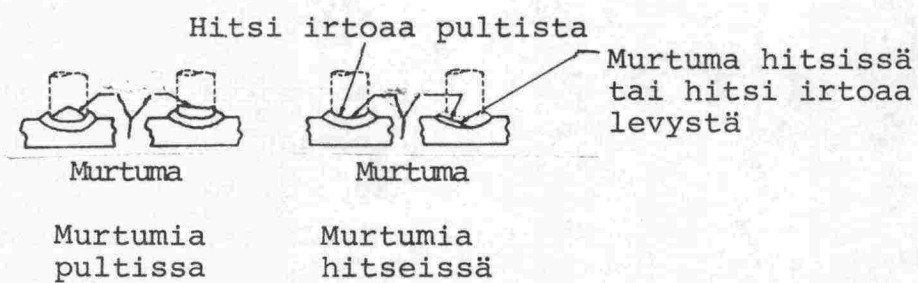
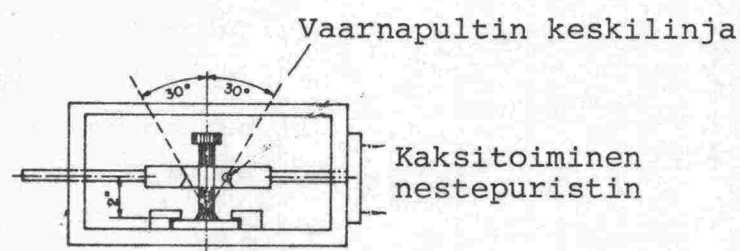
(2.41)

kerran. Taivuttelukoe voidaan tehdä myös kuvassa 2:4 esitetyllä tavalla.



Vetokoe

Kuva 2:1



Taivuttelukoe

Kuva 2:2

2.42 Hitsauslaitteet

Hitsaukseen on käytettävä sellaisia pultinhitsaukseen kehitettyjä leimuhitsauslaitteita, joiden toimintavarmuus on ennakkokokein osoitettu. Hitsauspistooli ja ohjausyksikkö on testattava virtalähteen kanssa yhdessä. Kokeissa on selvitettävä laitteiston toimintatarkkuus.

Samanlaisella virtalähteellä aikaisemmin suoritettuja kokeita ei tarvitse uusia, elleivät laitteen kunto tai muut syyt anna siihen aihetta.

Vaarnapulttit voidaan hitsata myös tarkoitukseen soveltuvilla käsinhitsauslaitteilla.

Laitteiston toimintavarmuutta osoittavissa ennakkokokeissa on käytettävä samaa pulttikokoa ja perusainetta kuin varsinaisessa työssä. Kokeissa on käytettävä hyväksyttyjä pultteja ja suojarenkaita. Kokeet suoritetaan samalla tavalla kuin kohdassa 2.41 tarkoitettujen pulttien ennakkokokeet. Koekappaleiden lukumäärä on kuitenkin vain 3 x 5 kpl ja virranvoimakkuuden vaihtelurajojen tulee olla 5 % ohjearvon molemmin puolin, ellei laitteiston toimintatarkkuus edellytä muita vaihtelurajoja.

2.43 Hitsaaminen

Pulttien, suojarenkaiden ja hitsauskohdan perusaineessa tulee olla puhtaita ja kuivia. Öljyn ja ruosteen lisäksi on maali ja sinkitys poistettava hitsauskohdasta, ellei kohdassa 2.41 tarkoitettuja kokeita ole tehty sinkityksen ja maalauksen vaikutus huomioon ottaen. Valssihilse on poistettava suihkupuhdistuksella puhdistusasteeseen Sa2. Työn aikana muodostuneen ohuen ruostekerroksen saa poistaa teräsharjalla.

Tarvikkeiden laatua on tarkkailtava työn kuluessa jatkuvasti. Viallisia pultteja ja suojarenkaita ei saa käyttää.

- (2.43) Hitsauslaitteiden säätöarvojen tulee olla kohdassa 2.42 tarkoitettujen kokeiden osoittamissa rajoissa. Jos kaksi tai useampia hitsauspistoleja liitetään samaan virtalähteeseen, on kytkentä tehtävä siten, että vain yksi toimii kerrallaan. Virtalähteen kuormitettavuus on myös otettava huomioon.

Hitsauspaikka on tarvittaessa suojattava sateelta ja tuulelta siten, että kosteutta ei voi päästä hitsisaumaan ja että liian nopeaa jäähtymistä ei tapahdu. Hitsauskohdassa ei materiaalin kovuus saa ylittää 400 HV₁₀. Jos perusaineen lämpötila hitsattaessa on alle 0°C, on kovuus tutkittava työolosuhteissa suoritetuilla ennakkokokeilla.

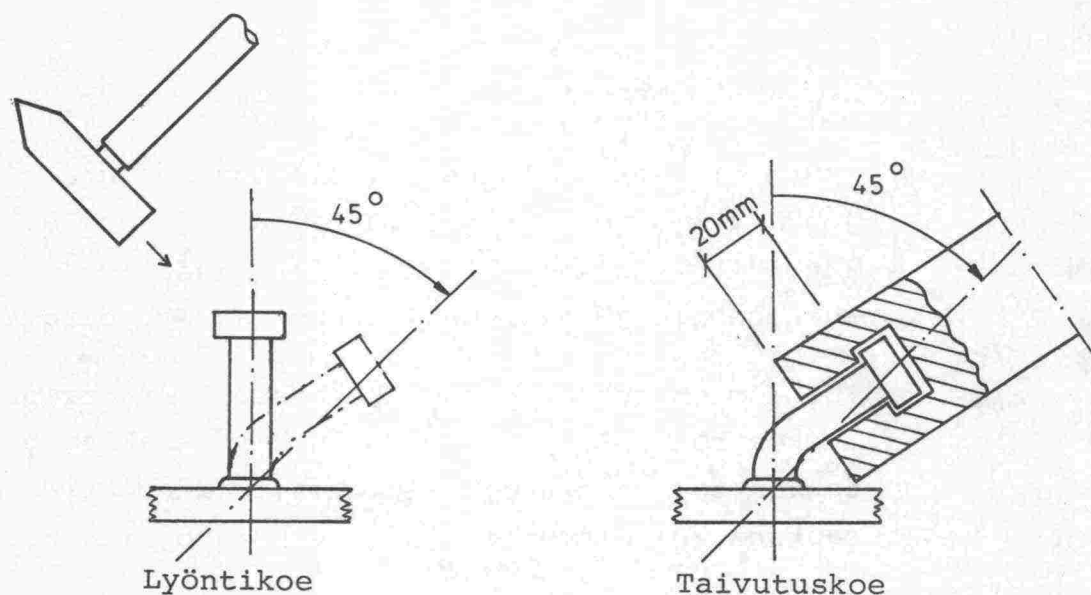
Aloitettaessa pulttien hitsausta uudessa työkohteessa on suoritettava menetelmäkoe, jossa pultteja hitsataan 10 kpl perusaineeseen, jonka tulee olla samaa kuin sillan paarre-levy tai muu perusaine, johon pultit hitsataan. Puolet niistä taivutetaan moukarilla lyömällä kuvan 2:3 ja puolet vääntämällä kuvan 2:4 mukaan. Valvojan luvalla tai määräyksestä voidaan kaikille koepulteille tehdä lyöntikoe.

Kunkin työvuoron alussa on kahdelle ensimmäiselle hitsatulille pultille tehtävä kuvan 2:3 mukainen lyöntikoe. Jos murtumia esiintyy, on hitsattava muutetuilla hitsausarvoilla kaksi uutta koestettavaa pulttia, joiden tulee kestää taivutus murtumatta.

Jos lisäkokeet eivät anna tyydyttävää tulosta, on kokeita jatkettava 10 koekappaleen sarjoissa, kunnes oikeat säätöarvot löydetään. Jos kohdassa 2.42 tarkoitettujen laitteiden kelpoisuuskokeiden rajoista joudutaan poikkeamaan, voi valvoja vaatia, että ne on uusittava.

Jos vaarnojen lyheneminen hitsauksen aikana on pienempi kuin normaalisti ts. vaarnan pituus hitsauksen jälkeen ylittää suositusmitan yli 2 mm, keskeytetään hitsaus välittömästi ja jatketaan vasta kun vika on poistettu ja hitsauksen onnistuminen em. kokeilla varmistettu.

(2.43)



Kuva 2:3

2.44 Tarkastus

Keraamiset suojarenkaat on poistettava ja samalla tarkastettava silmämääräisesti, että hitsi ympäröi pultin kokonaan. Jos hitsi on puutteellinen tai muuten epäilyttävä esim. huokosellinen korjataan hitsi kohdan 2.45 mukaisesti ja taivutetaan pultti 15° kulmaan moukarilla lyömällä. Taivutussuunta valitaan heikomman lujuuden mukaan. Samalla tavalla tutkitaan kaikki pultit, jotka ovat 2 mm tai enemmän suositusmittaa pitempiä.

Silmämääräisessä tarkastuksessa tyydyttäväiksi todetuista pulteista taivutetaan joka 400. pultti 45° kulmaan moukarilla lyömällä (kuva 2:3), jos hitsauslämpötila on 0°C tai ylempi. Kylmemmissä olosuhteissa hitsatuista tutkitaan joka 200. pultti. Jokaista murtunutta pulttia kohti tutkitaan kaksi uutta.

Taivutetut ehjät pultit pitää taivuttaa hitaasti vääntäen pystyyn kuvan 2:4 mukaisesti, mikäli ne eivät voi jäädä toiminnallisten syiden takia taivutettuun asentoon. Takai-

- (2.44) sintaivutuksen jälkeen ne on huolellisesti tarkastettava ja vioittuneet poistettava ja korvattava uusilla.

2.45 Korjaustoimenpiteet ja viimeistely

Puutteelliseksi jääneen hitsin saa korjata pienahitsillä, jonka $a = 5$ mm, kun pultin halkaisija on 20 mm ja $a = 6$ mm, kun pultin halkaisija on 22 mm. Lisäaineen tulee olla perusaineelle ja hitsausolosuhteisiin soveltuvaa.

Korjaus on tehtävä ennen kohdassa 2.44 tarkoitettua taivutuskoeetta (15°). Kaikki käsin hitsaamalla korjatut on kuitenkin taivutettava, ellei menetelmäkokeella ole käsinhitsauksen kelpoisuutta luotettavasti osoitettu.

Murtuneiden pulttien jäljet on tasoitettava hiomalla ennen uuden pultin hitsausta. Murtokohtiin syntyneiden syvennysten korjaaminen on tehtävä kohdassa 2.13 annettuja ohjeita noudattaen. Hitsaamalla täytetyt kohdat on tasoitettava hiomalla. Uusi vaarna on hitsattava aikaisemman vaarnan paikan viereen.

Roiskeet ja hitsauskuona on poistettava.

2.46 Kelpoisuuden toteaminen

Pulteista on kelpoisuuskirjaan merkittävä valmistaja, mahdollinen kauppanimike, valmistusnimike, pulttiteräksen vastaanottotodistus SFS 3-33 tai vastaava selvitys ja tulokset pulttien valmistukseen liittyvistä laadunvalvontakokeista. Suojarenkaista on merkittävä valmistaja, materiaali ja kauppanimike. Kelpoisuuskirjaan on liitettävä myös tyyppihyväksyntää koskeva todistus tai ennakkokokeiden tulokset taikka muu selvitys.

Hitsauksesta on kelpoisuuskirjaan merkittävä laitteiston osien tyypit, tuotenimikkeet, valmistajat ja suoritusarvot sekä selvitys yhdistelmän käyttökelpoisuudesta ja lisäksi työssä käytetyt säätöarvot mahdollisine vaihtelurajoineen.

- (2.46) Käsinhitsauksesta on liitettävä hitsaus suunnitelmaa ja hitsauspöytäkirjaa vastaavat selvitykset soveltuvin osin.

Tarkastuksista on tehtävä kelpoisuuskirjaan liitettävä yhteenvedo, jossa esitetään koetustavat, suoritettujen kokeiden lukumäärä, koetulokset ja mahdolliset uusintakokeet sekä toimenpiteet, joihin koetulosten perusteella on ryhdytty.

Edelliseen liittyen on korjaustoimenpiteistä esitettävä korjaustapa ja korjattujen vaarnojen lukumäärä ja sijainti rakenteessa. Käsinhitsauksesta on ilmoitettava ainakin hitsauslaite, säätöarvot, lisäaine, olosuhteet ja hitsaajan nimi.

2.5 Ruuviliitokset

2.51 Ruuvit, mutterit ja aluslaatat

Ruuvien, muttereiden ja aluslaattojen kelpoisuus on todettava kohdassa 1.52 esitetyllä tavalla. Niiden tulee olla puhdaita kiristymistä haittaavista, korroosiota aiheuttavista tai muuten haitallisista aineista. Varastointi ja käsittely on järjestettävä siten, että toimitustilan mukainen pintakäsittely säilyy.

Jos suunnitelmassa on määrätty vain ruuvin koko, tarkkuus- ja lujuusluokka sekä pintakäsittely, on valmistajan valittava samat lujuus- ja laatuvaatimukset täyttävät mutterit ja aluslaatat. Mutterin alla on aina käytettävä vähintään yhtä aluslaattaa. Myös ruuvin kannan alla saa olla aluslaatta. Aluslaattojen paksuudet ja lukumäärät on valittava siten, että ruuvien kierreosaa jää liitososien sisään enintään SFS 3200 kohdassa 3.522 esitetty määrä. Tarvittaessa on valmistajan esitettävä ruuvien pituuksien tarkistamista.

Jos ruuvien pituusakselin kulma liitososien ulkopintoihin nähden poikkeaa suorasta kulmasta enemmän kuin $0.04 (2,3^\circ)$, on vinoilla liittymäpinnoilla käytettävä kiilamaista alus-

- (2.51) laattaa. Perusaineesta työstetyn aluslaatan päälle on tarvittaessa asennettava mutterin puolelle kovuusvaatimukset täyttävä normaaliaaluslaatta, jos ruuvien lujuusluokka on 8.8 tai korkeampi.

Valmistajan tulee ennen ruuvitarvikkeiden tilausta tarkistaa suunnitelmassa annetut tiedot ottaen huomioon myös hankintaan ja asennukseen mahdollisesti liittyvät vaikeudet. Puutteelliset tiedot saa valmistaja täydentää annettujen ohjeiden mukaisesti. Jos tiedot ovat virheellisiä tai valmistaja haluaa muista syistä poiketa niistä, tulee hänen esittää suunnitelman muutosta. Muutoksia harkittaessa on otettava huomioon, että normin tai tarkkuusluokan vaihtaminen saattaa aiheuttaa sallitun jännityksen pienenemisen. Vrt. SFS 3200 kohta 3.5222.

2.52 Reiät

Reiät ruuviliitoksia varten on tehtävä kohdassa 2.25 annettuja ohjeita noudattaen. Reikien koon suhteessa ruuvien varren halkaisijaan tulee olla ruuviliitoksen laatuluokasta riippuen SFS 3200 kohdan 3.5221 mukainen.

Siirtyneen reiän suurentaminen seuraavaa ruuvikokoa vastaavaksi voi tulla kysymykseen, mutta se on aina käsiteltävä suunnitelman muutoksena.

R1-luokan liitosten reiät saa porata täyteen mittaansa ennen liitososien yhteensovittamista edellyttäen, että ruuvit menevät asennettaessa pakottamatta paikoilleen. R2-luokan liitosten reiät tehdään osavalmistuvaiheessa halkaisijaltaan vähintään 3 mm nimellismittaa pienemmiksi. Lopulliseen mittaansa ne suurennetaan sen jälkeen, kun liitososat on koeasennus- tai

(2.52)

asennusvaiheessa sovitettu lopulliseen asentoon ja puristettu liikkumattomasti vastakkain.

2.53 Liitospinnat

Ellei rakennesuunnitelmassa tai kohdan 4.2 mukaan laadittavassa pintakäsittelysuunnitelmassa muuta vaadita on liitospinnat R1- ja R2-luokan ruuviliitoksessa pinnoitettava tarkoitukseen soveltuvalla sinkkipölymaalilla. Kerrospaksuuden tulee olla vähintään 60 µm. Sinkkipölymaalia on käytettävä myös silloin, kun rakenne on tehty säänkestävästä teräksestä tai varsinaisessa pinnoiteyhdistelmässä on muuntyyppinen pohjamaali. Liitospinnat voivat olla myös ruisku- tai kuumasinkittyjä.

Osia yhteen liitettäessä tulee liitospintojen olla kuivat ja puhtaat sekä pinnoitteen kovettunut. Purseet ja jäykisteet sekä muut epätasaisuudet on poistettava.

Avoimet raot liitosten reunoilla ja ruuvinkantojen, mutteiden ja aluslaattojen ympärillä on tiivistettävä maalilla tai kitillä. (Vrt. kohta 4.4.)

R1- ja R2-luokan liitoksissa ei ruuvien kiristysvoima riitä puristamaan osia tiiviisti vastakkain, joten liitospinnat on suojattava korroosiolta. Säänkestävän teräksen korroosiota hidastava mekanismi ei myöskään pysty toimimaan ahtaassa raossa, joten sekin on pinnoitettava.

2.54 Osien sovitus

Yhteenliitettävät osat on muotoiltava ja sovitettava siten, että liitospinnat menevät tiiviisti vastakkain. Jos jatkettavien levyjen tai muototankojen paksuudet poikkeavat toisistaan, on liitososien yhteensopivuus varmistettava viistämällä paksumman osan päät juoheasti tai käyttämällä

- (2.54) täytelevyjä. Täytelevyt on pinnoitettava molemmin puolin kohdan 2.53 mukaisesti. Täytelevyjen yhteenlaskettu paksuus saa olla enintään 0.15 d, ei kuitenkaan enempää kuin 3 mm.

Ruuvien kiristysvoimaa saadaan käyttää osien pakottamiseksi, kunhan kohdassa 2.55 määriteltyjä kiristysvääntömomenteja ei ylitetä.

Liitettäviä osia ei saa sovitusvaiheessakaan kiinnittää toisiinsa hitsaamalla, ellei sitä ole esitetty suunnitelmassa tai siitä muuten sovita.

Liitososien huoleellinen sovitus on tärkeätä sekä liitoksen toiminnan että sen korroosionkestävyyden takia.

Täytelevyjen paksuus on rajoitettu, koska ne vähentävät liitoksen jäykkyyttä ja lujuutta. Jos täytelevyjen paksuus nousee yli e.m. 3 mm, on liitos mitoitettava uudelleen ottaen huomioon välillisestä liitoksesta aiheutuva ruuvmäärän lisäys.

Ruuviliitoksin koottu rakenne voi olla sellaista terästä, joka ei ole hitsattavaa. Pienet erilliset silloitushitsit eivät ole hitsattavassakaan teräksessä suotavia, joten hitsauskiinnitys vaatii aina tapauskohtaisen harkinnan. Lopullisessa ruviliitoksessa ei hitsisauma voi tulla kysymykseen.

2.55 Ruuvien kiristäminen ja varmistaminen

Ruuvit on kiristettävä ja mutterit sen jälkeen lukittava. Lujuusluokan 8.8 ruuvit on kiristettävä SFS 3200 kohdassa 4.312 annettujen ohjearvojen mukaisesti. Lujuusluokan 5.8

- (2.55) ohjearvot ovat n. 60 % ja lujuusluokan 4.6 n. 30 % taulukkoarvoista.

Mutterit on yleensä lukittava lysmistämällä ruuvikierteet siten, että mutteri ei pääse kiristymään. Sellaiset ruuvit, jotka joudutaan rakenteen käytön tai kunnossapidon takia avaamaan, on varmistettava käyttämällä lukitusmuttereita. Mutteria ei saa hitsata ruuviin kiinni, ellei sitä ole esitetty suunnitelmassa.

Ohjeeksi annettuja kiristysvääntömomentteja ei saa ylittää, koska liiallinen esijännitys heikentää ruuvien kykyä kestää liitoksen toiminnasta aiheutuvia rasituksia.

2.6 K i t k a l i i t o k s e t

2.61 Liittimet

Kitkaliitosten ruuvien kelpoisuus on osoitettava kohdassa 1.53 annettujen ohjeiden mukaisesti. Samassa kohdassa on myös ohjeet esijännitysvoiman ja kiristysvääntömomentin välisen yhteyden määrittämiseksi.

Jos valmistaja haluaa käyttää suunnitelmassa esitettyjen liittimien tilalla muita liittimiä, on hänen hankittava selvitys niiden luotettavuudesta ja kelpoisuudesta. Liitintyyppin muuttaminen edellyttää aina suunnitelman muuttamista.

Liitintarvikkeiden käsittely ja varastointi on järjestettävä siten, että ne eivät pääse likaantumaan, korroosion tai muun syyn takia menettämään käyttökelpoisuuttaan.

Ruuvit, mutterit ja aluslaatat on säilytettävä asentamiseen saakka tarkalleen toimitustilassa tai siinä tilassa, jossa kiristysvääntömomenttikokeet on suoritettu.

(2.61)

Yleensä suunnitelmat edellyttävät, että liittiminä käytetään DIN 6914 mukaisia ruuveja sekä vastaavia muttereita (DIN 6915) ja aluslaattoja (esim. DIN 6916). Muita mahdollisia liittintyyppejä voivat olla mm. muun standardin mukaiset ruuvit ja lukkorengaspultit. Suunnitelman muutoksen lisäksi niiden käyttöönottoon voi liittyä myös tyyppihyväksyntää vastaavia toimenpiteitä.

Jos ruuvien kiristäminen perustuu vääntömomentin määrittämiseen, on kaikilla kitkaan vaikuttavilla tekijöillä suoranainen vaikutus liittoksen esijännitysvoimaan ja sitä kautta lujuuteen. Hiekkapuhalluksesta syntyvä ja muukin pöly tarttuu helposti öljyttymiin kierteisiin ja muuttaa siten ruuvien kitkakerrointa oleellisesti.

2.62 Reiät

Tavallisen kitkaliitoksen reiät saavat olla enintään 2 mm ruuvien nimellishalkaisijaa suurempia. Sovitekitkaruuvien vapaareikä on pienempi kuin +0.3 mm. Jos tavallisia kitkaruuveja käytetään soviteruuveina, on toimituserästä valittava sellaiset ruuvit, joiden halkaisijan toleranssialue on riittävän suppea, jotta em. vapaareikää koskeva vaatimus voidaan saavuttaa.

Porattaessa tai kalvettaessa ei porausnestettä saa päästä valmiiksi käsitellyille liittoksen kitkapinnoille. Porauslastut ja -purseet on poistettava liitoksesta.

Jos kitkaliitosten reiät porataan koeasennus- tai asennusvaiheessa, on suositeltavaa, että reiät tehdään enintään 1 mm ruuvien halkaisijaa suuremmiksi, ellei toiminnallisista syistä muuta johdu.

(2.62)

Koska porauksessa käytettävä neste, porauslas-
tut ja -purseet tunkeutuvat helposti liitos-
pintojen väliin, ei kitkaliitoksen reikiä voida
porata osien ollessa lopullisesti paikoillaan.
Porauksen jälkeen on kitkapinnat vielä tarkas-
tettava.

2.63 Liitospinnat

Ellei suunnitelmassa aseteta liitospintojen käsittelylle
 muita vaatimuksia, on ne hiekkapuhallettava kohdassa 4.33
 annettuja ohjeita noudattaen. Myös teräskuulapuhalluksella
 puhdistetut pinnat on käsiteltävä hiekkapuhalluksella riit-
 tävän kitkakertoimen aikaansaamiseksi. Puhdistusaste on vä-
 hintään Sa2. Puhallushiekan raekoon tulee olla noin 1...
 1.5 mm. Öljyinen lika on poistettava liuottimilla ennen
 hiekkapuhallusta.

Liitospinnat eivät saa asennettaessa olla ruosteessa eikä
 niillä saa olla mitään kitkaa pienentävää likaa tai vastaa-
 vaa haitallista ainetta. Ns. lentoruosteen saa poistaa ke-
 vvesti harjaamalla. Muuten tulee kosketuspintojen olla
 hiekkapuhalluksen jäljeltä. Hiomalla tai lastuamalla työs-
 tetyt pinnat on myös karhennettava hiekkapuhaltamalla.
 Täytelevyt on hiekkapuhallettava molemmin puolin.

Muiden käsittelytapojen soveltuvuus on osoitettava luotet-
 tavilla tutkimustuloksilla tai työn yhteydessä suoritetta-
 villa kokeilla.

Eräissä tutkimuksissa on havaittu, että puhallus-
 rakeilla on huomattava vaikutus kitkakertoimeen.
 Teräskuulapuhalluksella käsitellyillä pinnoilla
 on mitattu kitkakertoimia, jotka ovat pienem-

(2.63)

piä kuin suunnitteluperusteiksi annetut arvot. Tämän vuoksi on otaksuttava, että suunnitelmas-
sa edellytetään hiekkapuhallusta, ellei muuta
ole mainittu.

Muita kitkapintojen käsittelytapoja voivat
olla mm. pinnoitus, liekkipuhdistus ja teräs-
raepuhallus. Työn yhteydessä suoritettavia ko-
keita kitkakertoimen määrittämiseksi tulee tehdä
vähintään 6 kpl.

2.64 Osien sovitus

Liittososat kitkaliitoksessa tulee sovittaa SFS 3200 kohdas-
sa 3.5433 annettuja ohjeita noudattaen.

Liittimien esijännitysvoiman käyttäminen liitos-
osien pakottamiseen aiheuttaa liitoksen muodosta
ja osien jäykkyydestä riippuvan vähennyksen
kitkavoimaan ja sitä kautta liitoksen lujuuteen.
Avoimet raot lisäävät myös korroosion vaaraa.

2.65 Liittimien kiinnitys

DIN 6914 mukaiset ja vastaavan muotoiset ruuvit kiristetään
SFS 3200 kohdassa 4.334 annettuja ohjeita noudattaen. Ki-
ristysvääntömomentti on kuitenkin aina tarkistettava kohdas-
sa 1.42 vaadittujen kokeiden avulla siten, että teoreettinen
vääntömomentti M_a määritetään koetuloksista laskettavan
karakteristisen kitkakertoimen perusteella. Kiristystyön
ohjearvona on käytettävä $\bar{M}_a = 1.05 M_a$, ellei laitteiden toi-
mintaa osoiteta tarkemmiksi. Jos ruuveja katkeaa kiristettä-
essä, on syy siihen selvitettävä, ennenkuin työtä jatketaan.

- (2.65) Ruuvien kiristäminen vääntökulman mittaukseen perustuvalla menettelyllä voi tulla kysymykseen erikseen sovittaessa. Menetelmällä saatava ruuvien esijännitysvoima on selvitettävä murtolujuuden koetuksen yhteydessä.

Sellaiset ruuvit, joissa esijännitysvoima on havaittavissa erikoismekanismin perusteella sekä muun tyyppiset liittimet on kiristettävä valmistajan ohjeiden mukaan. Ohjeiden tulee perustua luotettavaan koetulosaineistoon, jossa kiristettäessä saavutettava esijännitysvoima on selvitetty.

Kiristysmenetelmä, laitteet ja ohjearvot sekä perustelut niille on merkittävä kelpoisuuskirjaan.

Karakteristinen kitkakerroin saattaa koetulosten suuren hajonnan johdosta nousta niin suureksi, että osa ruuveista katkeaa kiristettäessä. Vääntökojeen toiminnassa voi myös olla vaihtelua. Ruuvien katkeamisen johdosta ei kiristysvääntömomenttia voida ilman muuta pienentää, ellei uudella laajemmalla koesarjalla osoiteta kitkaker-toimelle pienempää arvoa. Suuri hajonta voi antaa aiheita jopa ruuvierän vaihtamiseen.

Vääntökulman mittaukseen perustuva ruuvien jännittäminen ei ole yhtä paljon riippuvainen kitkakertoimista. Se voidaan suorittaa esim. ruot-salaisen normin "Skruförbandnorm -76 St BK-N3 kohdan 5:434 mukaan seuraavasti:

Kaikki ruuvit kiristetään ensin SFS 3200 kohdan 4.312 mukaan ja tarkastetaan, että liitospinnat ovat asettuneet tiiviisti vastakkain. Tämän jälkeen kierretään mutteria ruuvien varren suhteen liitososien yhteispaksuudesta K riippuvan kulman φ verran:

$$\begin{array}{lll} K \leq 2d & 2d < K \leq 4d & 4d < K \leq 8d \\ \varphi = 120^\circ \pm 20^\circ & \varphi = 180^\circ \pm 30^\circ & \varphi = 240^\circ \pm 40^\circ \end{array}$$

Käytettävät vääntökulman arvot voivat poiketa e.m. rajoista, jos koetulokset antavat siihen aiheita.

2.66 Tarkastus

Valmistajan on suoritettava SFS 3200 kohdassa 5.14 määritellyt tarkastukset. Tarkastuksista laadittavien pöytäkirjojen tulee olla yksityiskohtaisia. Niissä tulee käydä ilmi mm:

- päivämäärät
- paikka
- tarkastustapa
- käytetyt laitteet ja niiden galibrointi
- tarkastetut liitokset yksikäsitteisesti eriteltyinä
- havainnot ja mittaustulokset
- toimenpiteet tarkastuksen johdosta
- tarkastajan allekirjoitus

Muut kuin vääntömomentin perusteella jännitetyt ruuvit ja muut liittimet on tarkastettava menetelmään soveltuvalle tavalla.

Pöytäkirjat on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Tarkastuksen tarkoituksena on varmistaa, että kitkaliitoksen lujuuteen oleellisesti vaikuttavat tekijät ovat määräysten mukaisia. Tämän perusteella tarkastuksissa on todettava ainakin:

- kitkapintojen käsittely
- liitososien yhteensopivuus
- liittimien esijännitysvoima

Jännitetyt ruuvit pitää tarkastaa pian kiristämisen jälkeen, jotta kohdassa 2.67 tarkoitetun tiivistämisen jälkeen ei ruuveja tarvitse irroittaa. On suotavaa, että tarkastetut ruuvit merkitään pohjamaalilla.

Vääntökulman mittaukseen perustuvalla menetelmällä kiristetyt ruuvit voidaan tarkastaa havaitsemalla kulman suuruus edellyttäen tietenkin, että alkuasento on merkitty selkeästi sekä mutteriin että ruuviin.

2.67 Tiivistäminen

Kaikki raot liitososien välissä ja ympärillä sekä liittimien eri osien ja perusaineen välissä on tiivistettävä siten, että kosteus ei pääse tunkeutumaan liitososien väliin. Tiivistäminen on tehtävä ennenkuin rakenneosat siirretään olosuhteisiin, joissa korroosio voi alkaa.

Tiivistämiseen on käytettävä sellaisia pohjamaaleja ja kittejä, jotka soveltuvat rakenteen pinnoitusjärjestelmiin. (Vrt. luku 4.)

Tiivistämisaineet on merkittävä kelpoisuuskirjaan.

Hyvin sovitettut liitokset voidaan tiivistää sivelemällä niihin pohjamaalia. Avoimet raot esim. jatkettujen levyjen päiden välissä on täytettävä kitillä. On suotavaa, että kittaus suoritetaan ennen maalausta, jotta maali ei pääse imeytymään liitospintojen väliin. Kitin tulee tarttua hyvin teräkseen ja lisäksi pohjamaalin tartunnan siihen tulee olla moitteeton. Kittä ei saa levittää ohueksi kerrokseksi sauman viereen.

On huomattava, että tiivistäminen edellyttää pohjamaalin vaatimaa puhdistusta, esim. sinkki-pölymaalit vaativat suihkupuhdistusta Sa 2¹/₂. Vaikka liitososat olisivatkin puhdistuksen jäljiltä, ovat ruuvit, mutterit ja aluslaatat yleensä ohuesti öljyntyneitä ja niihin maalit eivät tartu. Öljy voidaan poistaa liuottimeen kostutetulla rätillä hankaamalla. Öljynsekaista liuotinta ei saa päästää tunkeutumaan liitososien väliin. Jos tiivisteksi sivelletyt maalit poistetaan kokonaisuudessaan pinnoitusvaiheessa, voidaan tiivistysmaalaus tehdä ilman sitä edellyttävää suihkupuhdistusta.

2.7 K o k o o n p a n o

2.71 Yleistä

Kokoonpanojärjestys on suunniteltava sellaiseksi, että kaikki osat voidaan sovittaa paikoilleen ja että liitokset voidaan valmistaa niitä koskevien laatuvaatimusten mukaisesti. Ellei rakennussuunnitelma anna tähän mahdollisuutta, on valmistajan pyydettävä suunnitelman muutosta tai sovittava k.o. tapauksessa noudatettavista laatuvaatimuksista.

Kokoonpanossa on tarvittaessa käytettävä apulaitteita osien paikoillaan pitämiseksi ja rakenteen oikean muodon varmistamiseksi. Apulaitteilla on myös varmistettava hitsaustyön onnistuminen.

Liitosten paikkojen muuttaminen ja niiden lukumäärän lisääminen tai vähentäminen ovat mm. sellaisia seikkoja, joita valmistaja voi harkita kokoonpanosuunnitelmaa laatiessaan. Myös liitostavan muuttaminen saattaa tulla kysymykseen.

Hitsauksessa tulee tarpeen vaatiessa käyttää sellaisia laitteita, joilla hitsattava kappale voidaan kääntää hitsaustyön onnistumisen kannalta edullisempaan asentoon.

2.72 Mittaus

Kokoonpanoon liittyvässä mittauksessa on otettava huomioon, että rakenteen mitat on annettu lämpötilassa $+20^{\circ}\text{C}$, ellei suunnitelmassa ole muuta ilmoitettu. Liitostavasta johtuvat muodonmuutokset on ennakoitava kokoonpanomittoja asetettaessa. Muodonmuutosten vaikutukset saa eliminoida myös joko kokonaan tai osaksi työvaroilla edellyttäen kuitenkin, että kaikki rakenteille asetetut tarkkuusvaatimukset saavutetaan.

Jos alusrakenteiden sijaintipoikkeamat ovat teräsrakenteen kokoonpanovaiheessa tiedossa, on ne otettava kokoonpanomi-

(2.72) toissa huomioon valvojan kanssa sovittavalla tavalla.

Jos mittaukset tehdään teräsmittanauhalla, jonka vakauslämpötila on $+20^{\circ}\text{C}$, ei lämpötilakorjausta tarvitse suorittaa. Sen sijaan mittanauhan ominaiskorjaus saattaa yli 10 m pituuksilla olla muutaman millimetrin suuruusluokkaa.

Hitsisaumojen aiheuttamat muodonmuutokset, kurtistuminen, käyristyminen ja kulmavetäytyminen, ovat yleensä niin suuria, että ne on otettava ennakkolta huomioon. Osat voidaan esim. taivuttaa "jigissä" vastakkaiseen suuntaan siten, että ne hitsauksen jälkeen ovat oikeanmuotoisia. Tämä on yleensä tehtävä kokemusperäisesti.

2.73 Osien väliaikaiset kiinnitykset

Osien väliaikainen kiinnitys kokoonpanovaiheessa on suoritettava siten, että rakenteen lujuusominaisuudet eivät heikkene eikä sen käyttökelpoisuus muutenkaan huonone. Väsytyskuormitettuihin rakenteisiin ei yleensä saa tehdä rakennesuunnitelmaan kuulumattomia reikiä eikä hitsejä. Niiden tekeminen on käsiteltävä aina suunnitelman muutoksena. Staattisesti kuormitettuihin rakenteisiin saa tehdä ylimääräisiä kiinnityshitsejä valvojan luvalla. Tällaiset hitsit on poistettava hiomalla perusaineen tasoon. Myös staattisesti kuormitettuihin rakenteisiin on lisäreikien tekeminen käsiteltävä suunnitelman muutoksena.

Ruuveilla ja niiteillä koottavia rakenteita ei saa väliaikaisesti kiinnittää hitsaamalla, ellei sitä ole rakennesuunnitelmassa mainittu tai asiasta muuten sovita.

Pienetkin hitsit heikentävät perusaineen väsytyslujuutta. Myös staattisesti kuormitetut rakenteet saattavat heikentyä. Erikoisesti pienet hitsit lisäävät rakenteen alttiutta haurasmurtumaan.

2.74 Liitokset

Hitsi-, ruuvi- ja kitkaliitoksia koskevat ohjeet on annettu edellä kohdissa 2.3, 2.5 ja 2.6. Niittiliitoksia valmistettaessa on noudatettava SFS 3200 kohdassa 4.32 annettuja ohjeita sekä ruuviliitoksia koskevia ohjeita soveltuvin osin.

Sovitettavaksi määrätyissä liitoksissa on kosketuspinnat sovitettava toisiaan vasten. Liitospintojen tulee olla tasanaisesti kosketuksissa toisiinsa. Paikallisen raon leveys ei saa olla enempää kuin 0,5 mm, ellei työkohtaisesti muuta sovita. Valssauspintaa ei tarvitse sileyden takia työstää. Sovitettavia liitoksia ei saa hitsata eikä muutenkaan peittää, ennenkuin ne on tarkastettu.

Sellaiset liitokset, joissa puristusvoima johdetaan kosketuspaineen kautta, tehdään yleensä sovitettuina (esim. jäykisteet laakerien kohdilla, vrt. 3.45).

Sovitustyö tulee tehdä huolella ja kiinnittää sovitettavat osat vasta sen jälkeen kun yhteensopivuus on varmistettu, koska irroittaminen vahingoittaa yleensä rakennetta ja vain harvoin voidaan siltarakenteissa sovitettavaksi suunniteltu liitos muuttaa läpihitsatuksi.

2.75 Työvarat ja toleranssit

Kokoonpanovaiheessa on asennusosille ja muille rakenne-elementeille valittava sellaiset työvarat ja toleranssit, että valmis rakenne täyttää sille asetetut vaatimukset.

2.76 Koeasennus

Jos sovitustyö asennuksen yhteydessä ei ole aikataulun, valitsevien olosuhteiden, vaadittavan tarkkuuden tai muun syyn takia mahdollista taikka tarkoituksenmukaista, on asennus-

- (2.76) osat koottava rakenteiksi tai yhtenäisiksi rakenneosiksi ennen asennusta.

Koeasennuksessa on rakenne yleensä tuettava lähes jännityksettöömään tilaan, ellei rakennesuunnitelmassa ole annettu mittoja ja muotoa muussa kuormitustilassa. Jos jännityksettöötä tilaa ei voida järjestää, on rakenteen muodonmuutokset määriteltävä koeasennuksen eri vaiheissa ja otettava ne huomioon asennusosia toisiinsa sovitettaessa.

Koeasennuksessa on asennusliitokset valmistettava siten, että ne menevät asennettaessa työstämättä paikoilleen. Liitoksiin, joissa on liitostavasta johtuvaa väljyyttä tai muuta liikuntavaraa, on tehtävä kohdistusmerkit oikean asennon varmistamiseksi.

Koeasennus edesauttaa asennustyön onnistumista.

Koeasennus voidaan suorittaa myös osissa ja siten, että vain tärkeimmät tai monimutkaisimmat asennusosat koeasennetaan. Esim. ristikko- ja kaarikannattimet voidaan koeasentaa vaakatasossa, jolloin myös jännityksetön muoto on helppo saavuttaa.

2.8 K u l j e t u s

2.81 Yleistä

Kuljetukset on suunniteltava ennen valmistuksen aloittamista. Tarpeen vaatiessa on valmistajan esitettävä muutosta rakenteen jaossa kuljetus- ja asennusosiin.

Valmistajan on myös selvitettävä, tarvitaanko rakenneosien kuljetusaikaisen vakavuuden varmistamiseksi tai pysyvien muodonmuutosten estämiseksi lisäjäykisteitä tai muita toimenpiteitä.

- (2.81) Kuljetuksia suunniteltaessa on selvitettävä niihin tarvittavat luvat sekä hankittava ne hyvissä ajoin ennen kuljetukseen ryhtymistä.

Rakennesuunnitelmassa esitettyä jakoa kuljetus- ja asennusosiin harkittaessa ei ole voitu ottaa huomioon valmistuspaikan sijainnista ja kulku-yhteyksistä eikä käytettävissä olevasta kuljetuskalustosta johtuvia seikkoja. Se on myös saatettu jättää kokonaan valmistajan suunniteltavaksi.

2.82 Tuenta ajoneuvoon

Tuenta ajoneuvoon on tehtävä siten, että rakenteet eivät menetä vakavuuttaan tai vaurioidu muulla tavalla. Tuentaa suunniteltaessa on otettava huomioon kuljetusalustan liikkeet sekä kaikki rakenteisiin kohdistuvat kuormat. Rakenteisiin ei saa ilman lupaa tehdä reikiä tai hitsata kiinnikkeitä kuljetuksen aikaista tuentaa varten. (Vrt. 2.73)

Terässiltojen rakenneosat ovat yleensä niin jäykkiä, että kuljetuksen aikainen tuenta ei vaadi mitään erikoistoimenpiteitä. Tuet tulee yleensä sijoittaa jäykisteiden kohdille paikallisten muodonmuutosten välttämiseksi.

Kuljetuksen aikana rakenteisiin kohdistuu oman painon lisäksi tuulikuorma sekä vaaka- ja pystysuoria hitausvoimia. Vaikka teräsrakenteet yleensä kestävät nämä rasitukset, voivat ne vaurioitua kaatuessaan kiinnikkeiden pettäessä.

2.83 Suojaaminen

Rakenteet on suojattava kuljetuksen aikana likaantumiselta, jos pintakäsittelysuunnitelma tai muut seikat sitä vaativat.

(2.83)

Kuljetuksen aikana rakenneosat saattavat liikaantua mm. pölystä, kurasta, suolasta ja bittumista. Rakenteen pinnoite voi olla myös sellainen, että se ei kestä vaurioittumatta liikaantumista tai sitä ei voida puhdistaa niin perusteellisesti, että päälle tuleva pinnoitus onnistuisi moitteettomasti. Rakenteen muodolla on myös vaikutusta suojaustarpeeseen.

2.9 Korjaustyöt

2.91 Suunnitelmat

Korjaustyössä noudatettava rakennesuunnitelma voi olla joko alkuperäisen rakenteen suunnitelma tai korjaustyötä varten laadittu muutossuunnitelma.

Itse korjaustyöstä on laadittava yksityiskohtainen työsuunnitelma, jossa on käsiteltävä mm:

- mahdollisen vaurion laadun ja lujuuden tutkiminen
- rakennusaineiden ominaisuuksien selvittäminen
- rakenteen varassa kulkevan liikenteen vaikutus
- rakenteen alla tai vierellä kulkevan liikenteen vaikutus
- ilmasto-olosuhteet työn aikana
- muut vaikutukset
- työvaiheet yksityiskohtaisesti
- työnaikaiset rasitukset
- väliaikainen tuenta
- suojaustoimenpiteet ja suojarakenteet
- aikataulu

Korjaustyössä rakenne saatetaan palauttaa vaurion jälkeen alkuperäiseen kuntoon tai sitä saatetaan vahvistaa tai muuttaa muulla tavalla, vaikka mitään vauriota ei ole sattunut.

Osa edellä työsuunnitelmaan kuuluviksi luetel-

- (2.91) luista asioista saattaa sisältyä jo korjaustyöstä laadittuun rakennesuunnitelmaan.

2.92 Rakenteiden tutkiminen

Korjattavan rakenteen kunto on tutkittava korjaustyön edellyttämässä laajuudessa. Jos korjaustyössä joudutaan hitsaamaan vanhoja rakenteita, on niiden materiaalin hitsattavuusominaisuudet selvitettävä. Ellei luotettavia asiakirjatietoja ole käytettävissä, on rakenteesta otettava näytteet kokeita varten. Polttoleikkaus rasituksen alaiselta kohdalta edellyttää myös hitsattavaa terästä.

Jos rakenne on koottu niitti- tai ruuviliitoksien, on materiaalin ominaisuudet tarvittaessa selvitettävä kylmähaurauden ja vanhenemisherkkyiden osalta.

Väsytytkuormitettuihin rakenteisiin on tutkittava syöpymisen, onnettomuuden, valmistusvirheen tai muun syyn takia syntyneet lovet sekä mahdolliset väsymismurtuman alut.

Puristettujen ja vedettyjen sauvojen taipumat, taivutettujen rakenneosien sivuttaiskäyryys sekä kaikki myötäämisen kautta syntyneet pysyvät muodonmuutokset ovat selvitettäviä asioita.

Teräksen hitsattavuutta ja kylmähaurautta voidaan arvostella kemiallisen analyysin ja iskukokeen perusteella. Vanhenemisominaisuuksista saadaan tietoja analyysistä ja keinovanhenne-
tuilla sauvoilla tehdyistä iskukokeista.

Törmäyksissä syntyneet lovet ja jyrkät mutkat sekä korroosion aiheuttamat paikalliset syöpmät ovat väsytykslujuuden kannalta vaarallisia. Rakenteissa voi olla myös valmistuksen jäljiltä haitallisia lovia ja epäjatkuvuuskohtia varsinkin, kun nykyiset normit sallivat pienempiä

(2.92)

rasituksia kuin vastaavat määräykset ensimmäisiä hitsattuja siltarakenteita suunniteltaessa ja valmistettaessa.

2.93 Työnaikainen tuenta

Korjaustyön aikana on rakenne tuettava siten, että siihen ei missään työvaiheessa synny haitallisia jännityksiä tai muodonmuutoksia eivätkä rakenneosat menetä vakavuuttaan. Hitsaamalla korjaaminen saattaa vaatia myös esikäyristystä tai muita toimenpiteitä hitsausjännitysten pienentämiseksi.

Kaikki korjaustyön aikana esiintyvät kuormat ja muut vaikutukset on otettava tuentaa suunniteltaessa huomioon.

Korjattavia rakenteita voidaan joutua tukemaan m.m. seuraavista syistä:

- rakenne on vaurioitunut
- korjaustyön yhteydessä on poistettava rakenneosia tai avattava liitoksia siten, että rakenne ei enää kestä sille tulevia kuormia
- kuumentaminen tai hitsaaminen vähentää materiaalin lujuutta
- oikean jännitystilän saavuttaminen edellyttää lähes jännityksetöntä tilaa vahvistusosia liitettäessä.

Korjaustyön aikana esiintyviä kuormia ovat m.m:

- rakenteiden oma paino
- liikenne- tai muu hyötykuorma
- työkoneiden ja korjaustyötä suorittavien henkilöiden aiheuttama kuorma
- aineiden ja tarvikkeiden paino
- telineet ja tuet
- tuuli ja muut luonnonkuormat
- lämpötilan muutokset
- lämpötilaerot
- tukirakenteiden muodonmuutokset ja liikkeet

- (2.93)
- hitsausjännitykset ja muut sisäiset jännitykset
 - kiskoista tulevat voimat rautatiesilloissa.

2.94 Korjaustyö

Sellaisissa kohteissa, joissa korjaustyöstä on haittaa rakenteen varassa tai sen alla kulkevalle liikenteelle taikka muulle käytölle, on työ järjestettävä siten, että haitta jää mahdollisimman pieneksi. Uusittavat rakenneosat on valmistettava siten, että ne sopivat hyvin paikoilleen. Siinäkin tapauksessa, että uudet osat voidaan valmistaa alkuperäisten rakennepiirustusten mukaan, on mitat tarkistettava rakenteesta.

Työssä on noudatettava muualla tässä työselityksessä annettuja määräyksiä ja ohjeita. Normien ja niihin verrattavien ohjeiden osalta noudatetaan voimassaolevia eikä niitä, joiden mukaan rakenne on aikanaan valmistettu.

Työ on tarkastettava vaiheittain. Tarkastusten yhteydessä mahdollisesti esilletulevat uudet vauriot on myös korjattava.

Kun uusittavat ja lisättävät rakenneosat valmistellaan mahdollisimman pitkälle, voidaan siltapaikalla suoritettava työ pienentää miiniksi. Tästä on useimmiten etua, vaikka korjaustyöstä ei olisi haittaa rakenteen käytölle.

Haitan pienentämiseksi saattaa olla edullista uusia sellaisetkin vaurioituneet osat, jotka voitaisiin kunnostaa, jos ne irroitetaan rakenteesta.

Korjattava rakenne saattaa poiketa alkuperäisistä rakennesuunnitelmista tai siinä voi olla sellaisia muodonmuutoksia, että suunnitelman mukaiset osat eivät sovi paikoilleen. Varsinkin

(2.94)

ruuvien ja niittien reikien poraaminen ilman tarkistusmittauksia voi epäonnistua.

Osia irroitettaessa voi vielä tulla esille vaurioita tai työvirheitä, jotka edellyttävät korjaamista.

Pinnoitukseen liittyvän puhdistuksen yhteydessä havaitaan usein sellaisia syöymisestä tai muista syistä syntyneitä lovia tai työvirheitä, jotka varsinkin väsytytkuormitetuissa rakenteissa edellyttävät korjaamista. (Vrt. 4.85)

2.95 Tietojen taltiointi

Korjaustyön yhteydessä rakenteen kunnosta tehdyt havainnot, materiaalien ominaisuuksien selvittämiseksi tehtyjen tutkimusten tulokset ja niihin mahdollisesti liittyvät lausunnot, korjaustyön rakenne- ja työsuunnitelmat sekä tiedot käytetyistä aineista ja tarvikkeista on taltioitava kelpoisuuskirjan liitteiksi tai muulla tavalla. Itse korjaustyöstä ja siihen liittyvistä tarkastuksista on merkittävä muistiin kaikki ne tiedot, jotka uusista rakenteista on määrätty vietäväksi kelpoisuuskirjaan. Laajoista korjaustöistä on laadittava kelpoisuuskirja.

Korjaustyön yhteydessä rakenteesta saatujen tietojen taltiointi on yhtä välttämätöntä kuin kelpoisuuskirjan laatiminen uusista rakenteista. Vanhojen rakenteiden korjaaminen tai vahvistaminen taikka kantokyvyn tarkistaminen voi tulla kysymykseen useammankin kuin uusien rakenteiden.

Kelpoisuuskirjan muotoa ei tarvitse noudattaa, kunhan tiedot muuten järjestetään selväksi kokonaisuudeksi. Muistio tai muu yhteenveto on yleensä tarpeen.

3. ASENNUS

3.1 A s e n n u s s u u n n i t e l m a

3.11 Yleistä

Asennussuunnitelmaa laadittaessa on otettava huomioon mm:

- siltapaikan olosuhteet
- vesioikeuden tai muun rakentamisluvan ehdot
- rakenteen ominaisuudet
- aikataulu
- käytettävissä oleva kalusto ja työvoima

Asennussuunnitelma on tehtävä kirjallisesti, ellei siitä toisin sovita. Siinä on esitettävä yksikäsitteisesti kaikki työvaiheet ja toimenpiteet, jotka vaikuttavat lopulliseen rakenteeseen. Apurakenteiden ja -laitteiden ominaisuudet on selvitettävä siinä laajuudessa kuin on tarpeen arvosteltaessa niiden soveltuvuutta asennustyöhön ja luotettavuutta työturvallisuusnäkökohtien kannalta.

Asennussuunnitelma on annettava hyvissä ajoin tarkastettavaksi rakennuttajalle. Ne osat asennussuunnitelmasta, jotka vaikuttavat rakenteen jännityksiin tai muodonmuutoksiin, on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Asennustyöhön vaikuttavia olosuhdetietoja ovat mm:

- pohjatutkimustulokset
- vesistötiedot
- vanhat rakenteet
- alusrakenteiden ja maanrakennustöiden edistyminen
- kulkuyhteydet
- työmaa- ja varastoalueet
- energian saanti
- työmaan huolto

Pohjatutkimusten osalta on huomattava, että ne saattavat rajoittua vain sillan perustusten paikoille, joten niitä saatetaan joutua täydentämään telineitten tai muiden apurakenteiden kohdilta.

(3.11)

Vesioikeuden lupaehdoissa tai vesipiirin lausunnossa on yleensä määräyksiä ja ohjeita, jotka rajoittavat vesialueen käyttöä ja mahdollisesti muitakin rakentamistoimenpiteitä.

Terässiltojen kannatinrakenteet voivat asettaa huomattaviakin rajoituksia asennuksen aikaiselle tuennalle (esim. kaari- ja liittopalkkisillat). Joissakin tapauksissa voi olla mahdollista ja kustannusten puolesta kannattavaa lisätä varsinaisen rakenteen lujuutta asennusaikaisia kuorimitustiloja varten.

Rakennustyölle asetettu aikataulu, johon myös vuodenaikojen vaihtelut voivat vaikuttaa, saattaa asettaa rajoituksia asennustapojen valinnalle ja samalla vaatia käytettäväksi tehokkaampaa kalustoa, kuin mitä työ muuten edellyttäisi.

3.12 Asennusvaiheet ja lohkojako

Asennustyön järjestäminen vaiheisiin on valmistajan valittavissa edellyttäen kuitenkin, että rakenteen jännityksiin ja muodonmuutoksiin vaikuttavat toimenpiteet tehdään rakennesuunnitelman mukaan.

Valmistajan on harkittava, sopiiko rakennesuunnitelmassa esitetty lohkojako asennukseen ja tarvittaessa esitettävä suunnitelman muutosta. Ellei lohkojakoa ole esitetty rakennesuunnitelmassa, on valmistajan se suunniteltava. (Vrt. myös 2.81).

Rakennesuunnitelmassa saattaa olla esitettynä esim. esijännitystoimenpiteitä tai määräyksiä asennusjärjestyksestä, joilla on tarkoituksena

(3.12)

varmistaa rakenteelle tietty jännitys tai muoto. Poikkeaminen näistä saattaa olla mahdollista, jos haluttu lopputulos voidaan saavuttaa muulla tavalla.

Rakenteen jako asennuslohkoihin on kalustosta ja muista asennustyön järjestelyyn vaikuttavista tekijöistä riippuvainen, joten rakennesuunnittelijan esitys voi perustua vain johonkin tavanomaiseksi arvioituun asennustapaan. Lohkojako ja asennusjatkosten paikat ovat kokonaan hitsatuissa rakenteissa melko vapaasti valittavissa. Ruuvi- ja kitkaliitosten paikat voivat olla tarkemmin sidottuja.

3.13

Rakenteen varmuus- ja muodonmuutostarkastelu

Ellei rakenteen asennuksen aikaisia jännityksiä voida päätellä suoraan lopullisen rakenteen tukiehtojen ja kuormitusten perusteella, on asennussuunnitelmaan liitettävä laskelmat, joilla osoitetaan rakenteen varmuus ja tarvittaessa muodonmuutokset eri rakennusvaiheissa. Laskelmiin perustuvaa tarkastelua voidaan täydentää tai korvata se joko kokonaan tai osittain jännitys- ja muodonmuutosmittauksilla.

Asennussuunnitelmassa on otettava huomioon kaikki vaikuttavat kuormat ja mahdolliset kuormitusyhdistelmät lämpötilan muutoksia ja epätasaista lämpiämistä unohtamatta.

Asennuslaskelmissa tulee laskentamallit ja -menetelmät valita siten, että rakenteen varmuus asennuksen kaikissa vaiheissa saadaan osoitettua. Useissa tapauksissa riittää muutamien ääriasentojen tarkastelu. Tarkkaa tutkimista edellyttävät sellaiset rakenteet, joiden staattinen systeemi muuttuu asennusvaiheittain.

(3.13)

Asennusliitosten yhteensopivuusehtoja määriteltäessä voidaan laskelmat osittain tai kokonaan korvata asennusaikaisilla mittauksilla edellyttäen kuitenkin, että liitokset on koeasennuksessa sovitettu toisiinsa.

Rakenteen pysyvät kuormat sekä poikkileikkausarvot ovat saatavissa joko rakennuttajalta tai suoraan rakennesuunnittelijalta. Tuulikuormat tulee laskea Rakenteiden kuormitusnormeissa (RIL 59f) annettujen ohjeiden mukaan. Kestoltaan lyhytaikaisia siirtoja tai muita asennustilanteita voidaan myös suunnitella pienennetyille tuulikuormalle, jos säätilan muutokset voidaan riittäväällä tarkkuudella ennakoida ja aikataulu sovittaa sen mukaan.

3.14 Apurakenteiden suunnitelmat

Apurakenteiden suunnittelussa on otettava asennustyön aikaisten kuormien ja muiden vaikutusten lisäksi mm. vesi-, rautatie- ja tieliikenteen asettamat vaatimukset huomioon. Suunnitelmat on jätettävä näiltä osin hyvissä ajoin a.o. viranomaisen tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.

Asennettavaa rakennetta kannattavien tai jäykistävien apurakenteiden luotettavuus on osoitettava laskelmin. Muista rakenteista on tarvittaessa annettava työturvallisuusmääräysten edellyttämät selvitykset.

Apurakenteiden suunnitelmien tulee olla yksityiskohtaisia niiltä osin, kuin niiden luotettavuus on laskelmin osoitettava. Ne on jätettävä hyvissä ajoin valvojalle tarkastettavaksi.

(3.14)

Vesiliikenteen asettamat vaatimukset käyvät yleensä ilmi vesioikeuden lupapäätöksestä, jossa voi olla myös muita kuin liikenteestä johtuvia lupaehtoja. Suunnitelmat tarkastaa näiltä osin yleensä rakennuttava viranomainen, joka tarvittaessa ottaa yhteyttä vesipiiriin.

Vesistöön sijoitettujen tukirakenteiden suunnittelussa on otettava vesiliikenteen ja uiton aiheuttamat rasitukset huomioon. Ponttoonien vakavuuteen saattaa vesiliikenteellä olla varsin haitallinen vaikutus. Jos telinerakenteita joudutaan rakentamaan vesistöön, joka rakennusaikana jäätyy, on jäiden liikkumismahdollisuudet selvitettävä tarkasti ja otettava suunnitelmissa huomioon. Myös ns. kiinteä jää virtaamattomassa vesistössä aiheuttaa laajetessaan ja kutistuessaan paineita tukirakenteita vastaan, ellei sitä estetä pitämällä telineiden ympäristöä jäistä vapaana.

Rautatie- ja tieliikenteen apurakenteille asettamat vaatimukset on yleensä esitetty joko työkohtaisessa työselityksessä tai urakkaohjelmassa. A.o. viranomaisten piirihallinto antaa yleensä lisätietoja sekä tarkastaa ja hyväksyy suunnitelmat.

Vaatimalla rakennetta tukevista ja jäykistäivistä apurakenteista yksityiskohtaiset suunnitelmat, halutaan varmistaa asennustyön onnistuminen. Myös muiden apurakenteiden tulee täyttää työturvallisuusmääräykset.

Apurakenteiden suunnitelmia ei yleensä tarvitse liittää kelpoisuuskirjaan eikä muutenkaan taltioida yli rakennustyön takuuaajan.

3.2 N o s t o t j a s i i r r o t

3.21 Kiinnikkeet asennuslohkoissa

Nostoa ja siirtoa varten tehtävät kiinnikkeet on esitettävä asennussuunnitelmassa. Ne on suunniteltava ja tehtävä siten, että niillä on kuormien ja työturvallisuusmääräysten edellyttämä varmuus ja että ne eivät heikennä rakenteen lujuutta tai muita käyttöominaisuuksia. Kiinnikkeet on poistettava rakennetta vaurioittamatta. Väsytytkuormitettuihin rakenneosiin ei yleensä saa tehdä ylimääräisiä hitsejä eikä reikiä. (Vrt. 2.73.)

Kiinnikkeitä ei saa sijoittaa siten, että rakenneosiin aiheutuu paikallisia vääntymiä tai muita vikoja.

3.22 Kalusto

Valmistajan on varattava asennustyöhön sellainen kalusto, jolla työ voidaan turvallisesti toteuttaa käytettävissä olevassa ajassa. Kalustoon tulee kuulua kaikki tarvittavat säätö- ja mittauslaitteet. Sen käyttökelpoisuus on tarkastettava ennen asennustyöhön ryhtymistä. Työn aikana on tehtävä kaikki toimintavarmuuden edellyttämät huolto- ja säätötoimenpiteet.

3.23 Voimien ja muodonmuutosten tarkkailu

Ennen asennusliitosten tekoa on mittauksin varmistettava, että rakenne saa oikean muodon ja jännitystilan. Mittaukset voivat koskea voimia, muodonmuutoksia ja jännityksiä. Mittauksiin on käytettävä tarkoitukseen soveltuvia laitteita. Mittaustulokset on merkittävä muistiin ja tarvittaessa liitettävä kelpoisuuskirjaan.

(3.23)

Tarvittavat mittaukset on määritelty rakenne- ja/tai asennussuunnitelmassa. Mittaukset saatavat olla myös tarpeen havaitun tai epäillyn asennus- tai rakennevirheen syyn ja vaikutuksen selvittämiseksi.

Mitattavia suureita voivat olla mm:

- tukien siirtymät ja kiertymät
- rakenneosien taipumat, pituuden muutokset ja vääntymät
- nosto- ja vetovoimat
- tukireaktiot asennuksen jälkeen
- jännitykset (venymät).

Käytännössä usein esiintyviä probleemeja ovat mm:

- rakenteiden oikean muodon varmistaminen
- kotelopalkkien kieroutumisen välttäminen
- tukireaktioiden epätasainen jakautuminen (vrt. 3.44)
- kulmien ja muiden lisäjännityksiä aiheuttavien epäjatkuvuuskohtien muodostuminen liitoksiin
- pakottamisesta aiheutuvat sisäiset lisäjännitykset.

3.3 A s e n n u s l i i t o k s e t

3.31 Väliaikainen tuenta ja kiinnitys

Asennusliitosten oikea asento on varmistettava ennen liitoksen tekoa tarvittaessa aputukia tai kiinnityslaitteita käyttäen.

Väliaikaista tuentaa ja kiinnitystä koskevat asennuksessa samat rajoitukset kuin kokoonpanossakin (vrt. 2.73).

- (3.31) Väliaikainen tuenta ja kiinnitys on tehtävä niin lujaksi, että perusaine tai liittimet eivät pääse murtumisen tai myötäämisen takia vahingoittumaan.

Asennusliitosten väliaikainen tuenta saattaa vaatia monimutkaisiakin järjestelyjä varsinkin, jos asennusosiin ei saa kiinnittää hitsaamalla mitään.

Tuettaessa liitososat maasta on varmistauduttava siitä, että tuet eivät painu. Korkeuden säätö esim. tunkeilla on tällöin yleensä tarpeen.

Tukia ja kiinnityksiä suunniteltaessa ja liitosta tehtäessä on varauduttava lämpötilan muutoksista aiheutuviin liikkeisiin. Pituudenmuutosten lisäksi tapahtuu liitososien välillä kulman muutoksia ja kiertymistä, mikä johtuu teräsosien epätasaisesta lämpiämisestä. Aurinkoisella ilmalla saattaa asennusliitosten tekeminen olla vaikeaa, jopa mahdotonta.

3.32 Hitsaus

Asennushitsaukset on suunniteltava, tehtävä ja tarkastettava kohdan 2.3 mukaisesti.

Vaadittavien hitsausolosuhteiden saavuttamiseksi on järjestettävä tarvittavat suojaukset.

Suunnitelma asennushitsauksista on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Asennushitsit on tarkastettava vaiheittain ja tarkastuspöytäkirjat liitettävä kelpoisuuskirjaan. Korjauksia suunniteltaessa ja tehtäessä on otettava huomioon sauman jänni-

- (3.32) tystila sekä korjauksesta aiheutuvat muutokset perusaineen ominaisuuksissa ja jännityksissä sekä rakenteen mitoissa ja muodossa.

Asennushitseiltä vaaditaan samaa tai usein parempaa laatutasoa kuin kokoonpanohitseiltä. Hitsausolosuhteet ovat kuitenkin yleensä vaikeammat.

Hitsauspaikan suojaamisesta ei voida tinkiä, vaikka suojausten tekeminen olisi vaikeaa. Suojarakenteiden kiinnittäminen asennettavaan rakenteeseen on rajoitettua (vrt. 2.73).

Suunnitelma asennushitsauksista voi olla osa rakenteen kokoonpanon hitsaussuunnitelmaa, vaikka se laaditaan tai ainakin tarkistetaan asennussuunnitelman yhteydessä.

Tarkastukset tulisi ajoittaa siten, että hitsin korjaaminen heikentää mahdollisimman vähän rakenteen lujuusominaisuuksia. Ainakin juurivirheet tulisi voida paljastaa, ennenkuin railot on täyteen hitsattu.

Virheiden syitä pitäisi myös tutkia ja pyrkiä olosuhteita parantamalla tai jopa hitsaussuunnitelmaa muuttamalla välttämään tai ainakin vähentämään niitä. Halkeamat hitsissä vaativat aina perusteellisen selvityksen syntymisen syistä ja näiden syiden poistamisen ennen korjaamista.

Tarkastuspöytäkirjoihin tulee merkitä kaikki havaitut virheet, korjatutkin. Virheiden paikallistamisessa voitaneen joissakin tapauksissa käyttää hyväksi valokuvia liittumerkinnöin varustetusta saumasta.

3.33 Ruuviliitokset

Asennusliitokset tehdään kohdan 2.5 mukaisesti.

Ruuviliitokset on kohdistettava ja tuettava tuurnia, asennusruuveja ja/tai puristimia käyttäen. Hitsejä ei ruuviliitoksiin saa tehdä, ellei sitä ole rakennesuunnitelmassa osoitettu tai hyväksytyssä asennussuunnitelmassa erikseen mainittu.

Ennen ruuviliitosten tekoa on tarkastettava, että liitospintojen käsittely täyttää kohdassa 2.53 tai pinnoitus suunnitelmassa esitetyt vaatimukset. Liitoksia tehtäessä ei liitospintojen pinnoitteita saa vahingoittaa.

Ruuviliitokset tulisi sovittaa koeasennuksessa. R2-luokan ruuveille ei reikiä kuitenkaan voida yleensä porata täyteen mittaansa, vaan niihin tulee jättää tarvittava kalvamisvara. Kalvetut reiät tulee tarkastaa ennen ruuvien asennusta. Reiän reunoissa ei saa olla vajaata.

Porausnesteiden käyttö asennusliitoksissa on yleensä rajoitettu pinnoitteille koituvien haittojen takia.

3.34 Kitkaliitokset

Kitkaliitokset asennuspaikalla on tehtävä kohdassa 2.6 annettuja ohjeita noudattaen.

Kitkaliitoksia tehtäessä on varmistettava, että liitospinnat on käsitelty vaaditulla tavalla. Liitokset on kiristettävä niin pian, että liitospinnat eivät ehdi ruostua tai likaantua tai ne on suojattava tehokkaasti. Kohdassa 2.67 tarkoitettu tiivistäminen on asennuspaikalla tehtävä välittömästi kiristämisen jälkeen.

(3.34)

Kitkaliitokset tulee sovittaa koeasennuksessa tai muussa tapauksessa joudutaan vastaava sovitustyö tekemään asennustyön yhteydessä ennen liitoksen lopullista kiristämistä. Koeasennettujenkin liitosten yhteensopivuus saattaa olla huono, jos osat ovat kuljetuksen tai asennuksen yhteydessä vääntyneet taikka osat eivät muusta syystä mene tarkasti paikoilleen.

Asennustyön yhteydessä saattaa liitosten kiristämisen yhteydessä ruuveille tulla osien yhteen pakottamisesta johtuvia vetovoimia, jotka pienentävät kitkaa. Tämä voidaan välttää, valitsemalla asennusjärjestys oikein, järjestämällä väliaikaiset tuennat siten, että pakkovoimia ei synny sekä sovittamalla liitokset ennakolta huolellisesti.

3.4 L a a k e r o i n t i

3.41 Laakerointisuunnitelmat

Jos rakennesuunnitelmassa on esitetty laakereista vain tyyppi ja mitoitusperusteet, on valmistajan hankittava yksityiskohtaiset suunnitelmat laakereista ja niiden kiinnittämisestä. Suunnitelmien tulee perustua rakennesuunnitelmassa esitettyihin tietoihin. Asentamiseen liittyvät näkökohdat on otettava niissä myös huomioon. Alusrakenteisiin tulevat muutokset on selvitettävä riittävän ajoissa.

Suunnitelmat laakereista ja niiden kiinnityksestä on esitettävä tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi hyvissä ajoin ennen laakereiden valmistamista. Laakerointisuunnitelmat on luovutettava rakennuttajalle arkistoitavaksi.

Laakereiden suunnitteluperusteita ovat mm:

- tukireaktiot
- liikevarat; siirtymät ja kiertymät

(3.41)

- kokoonpuristuminen
- laakereille varatut tilat
- tuettavan teräsrakenteen jäykisteet
- vaihtomahdollisuus
- suojaus pölyltä ja korroosiolta
- toiminnan tarkkailulaitteet
- kiinnitysmahdollisuudet rakenteiden puolesta
- lämpötilan tai muiden tekijöiden asettamat rajoitukset kiinnitykselle.

Koska laakerointisuunnitelmat saattavat edellyttää muutoksia alusrakenteisiin tehtäviin varauksiin, on ne tehtävä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Myös tarkastus- ja hyväksymistoimenpiteet vaativat aikaa useampia viikkoja.

3.42 Laakereiden kelpoisuuden osoittaminen

Laakereissa käytetyistä aineista ja tarvikkeista on esitettävä koetustodistukset. Lisäksi on selvitettävä laadunvalvonnan järjestelyt ja hankittava todistus laakereiden tarkastuksesta. Todistukset ja tarkastuspöytäkirjat on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Asennuspaikalla tai muussa sopivassa paikassa on laakerit vaadittaessa purettava valvojan tarkastusta varten, ellei valmistuksenaikainen valvonta ole ollut mahdollista.

Jos selvitykset ovat puutteellisia tai laakereiden kelpoisuutta ei voida muuten todeta, on niille tehtävä koekuormitus tai muu käyttökelpoisuustutkimus.

Laakeriaineille ja tarvikkeille suoritettavat kokeet saadaan tehdä soveltuvan standardin (SFS, SIS, DIN, BS) mukaan. Koetuloksista tulee ilmetä, että asetetut laatuvaatimukset tulevat täytettyiksi. Laatuvaatimukset voivat olla suunnitelmassa, jossakin standardissa tai tyyppihyväksyntäpäätöstä vastaavassa asiakirjassa määritettyjä.

(3.42)

Valmistuksen aikaisesta valvonnasta ja tarkastuksesta annettavasta todistuksesta tulisi käydä ilmi, että valmistajasta riippumaton tarkastaja on todennut laakerit valmistetuiksi niistä aineista, joista on annettu koetustodistukset, suunnitelmassa ja hyväksymispäätöksessä esitettyjen mittojen ja muiden vaatimusten mukaisesti.

Laakerit tulee avata tarkastusta varten, ellei niiden rakenne ole sellainen, että kokoonpano ilman erikoislaitteita ei ole mahdollista. Asia voidaan varmistaa laakereiden valmistajalta, ellei se käy ilmi suunnitelmista. Tarkastuksessa tulee todeta mm: kosketuspintojen yhteensopivuus, välykset ja osien mitat. Materiaalien valmistusmerkinnät on myös merkittävä muistiin koetustodistukseen vertaamista varten, mikäli ne on merkitty laakeriosiin.

3.43 Laakereiden liikevarat ja ennakot

Ennen laakereiden asennusta on todettava, että niillä on suunnitelmassa vaaditut liikevarat.

Laakereihin on asetettava ennen niiden kiinnittämistä sellainen ennakko, että laakerin liike pysyy rakenteen käyttöaikana sille asetetuissa rajoissa.

Liikerajojen toteaminen suoritetaan tarvittaessa kokeilemalla. Niitä ovat vaakaliikkeiden lisäksi myös kiertymät. Sellaisia laakereita, joissa kiertyminen perustuu kumin muodonmuutokseen, ei kokeiltaessa pystytä kiertämään, joten tarkastuksessa on vain todettava rajoittavien esteiden asennot.

(3.43)

Laakereiden ennakko voi olla riippuvainen mm. seuraavista tekijöistä:

- rakenteen asennuslämpötila
- tukipisteiden liikkeet rakenteen käytön aikana
- tukipisteiden liikkeet asennusaikana
- perustusten otaksutut siirtymät

Myös laakerin kiertymälle voidaan joutua asettamaan ennakko.

Ennakon määrittämisen perusteiden tulisi löytyä rakennesuunnitelmasta.

3.44

Rakenteen muodonmuutos- ja jännitystila

Rakenne on asennettava laakereilleen siten, että laakereiden rasitukset pysyvät suunnitelluissa rajoissa ja että rakenne ei saa tuennasta johtuvia lisärasituksia. Tarpeen vaatiessa on tukiehtojen oikeellisuus todettava mittamalla.

Kaikki staattisesti määräämättömät rakenteet (muut kuin kaksitukiset palkit) voivat saada tukiehdoista johtuvia lisärasituksia. Samalla laakereiden tukireaktiot poikkeavat lasketuista arvoista. Hankalimpia tässä suhteessa ovat kotelomaiset kannattajat ja jäykät arinat. Jatkuvat teräspalkit ovat yleensä niin hoikkia, että muutaman millimetrin poikkeama laakerin korkeusasemassa ei vielä aiheuta sanottavia lisärasituksia.

Tukireaktiot voidaan mitata useimmissa tapauksissa riittävällä tarkkuudella nostamalla rakenne tunkkien varaan ja lukemalla nestepaine, edellyttäen tietenkin, että paineen ja nostovoiman riippuvuus tunnetaan luotettavasti esim. vakaustodistuksen perusteella. Samansuuruiset

(3.44)

tukireaktiot voidaan järjestää kytkemällä samanlaiset tunkit samaan painejärjestelmään.

Yleensä tavanomaisissa terässilloissa suositellaan laakereiden kiinnittämistä ensin päällysrakenteeseen, joka on väliaikaisilla tuilla tuettu lopulliseen asentonsa ja muotoonsa.

3.45 Kiinnitys päällysrakenteeseen

Laakerit on kiinnitettävä päällysrakenteeseen siten, että tukivoimat siirtyvät laakerista tukijäykisteille mahdollisimman tasaisesti. Tarpeen vaatiessa on liitospinnat oikaistava työstämällä. Kosketuspintojen tasomaisuusvaatimus on 0,5 mm, tukijäykisteiden ja uuman kohdilta mitattuna. Tukipinta saa poiketa enintään 3 %, suunnitelman mukaisesta kaltevuudesta.

Laakerin asema päällysrakenteeseen verrattuna saa poiketa tukijäykisteiden määräämästä teoreettisesta asemasta enintään 10 mm, ellei asennus- tai laakerointisuunnitelman yhteydessä muusta sovita. (Vrt. 1.63)

Laakerien kiinnitys päällysrakenteeseen ei saa heikentää tai vahingoittaa laakeria eikä päällysrakennetta. Liitoksen pintakäsittely on tehtävä laakerointi- tai pinnoitus suunnitelmassa esitetyllä tavalla.

Päällysrakenteessa tukivoimat siirtyvät laakereilta uumalevyille joko suoraan tai tukijäykisteiden kautta. Välissä olevat laattamaiset osat kuten laipat ja peitelevyt eivät yleensä vaikuta tähän jakaantumiseen. Arvosteltaessa laakerin ylälaatan ja päällysrakenteen tukipinnan yhteensopivuutta on varmistettava, että yhteensopivuus on nimenomaan jäykisteiden kohdilta moitteeton. Kaltevuuspoikkeamia voidaan korjata kiilamaisiksi työstetyillä täytelevyillä.

Laakerin kiinnityksen päällysrakenteeseen tulee olla esitettynä yksityiskohtaisesti laakerointi-

(3.45)

suunnitelmassa. Väliaikaiset kiinnitykset esim. hitsaamalla eivät voi tulla kysymykseen. Jos laakerit kiinnitetään päällysrakenteeseen ennen rakenteen asennusta, ovat ne vahingoittumiselle alttiina.

3.46 Kiinnitys alusrakenteisiin

Laakerit on kiinnitettävä alusrakenteisiin siten, että laakerin alalaatta tulee kauttaaltaan tuetuksi ja sivuvoimat voivat siirtyä luotettavasti alusrakenteille.

Kiinnittämiseen on käytettävä lujuudeltaan ja muilta ominaisuuksiltaan tarkoitukseen soveltuvia aineita. Laakerilaatan tai muun vastaavan osan alle valettavan alustavalumassan tulee olla kutistumatonta. Kiinnityksineistä on merkittävä tuotenimike, valmistaja ja mahdollinen valmistuserän tunnus kelpoisuuskirjaan. Ellei luotettavia tietoja lujuudesta ja muista ominaisuuksista ole saatavissa, on niiden kelpoisuus osoitettava ennako- ja työnaikaisilla kokeilla. Selvitykset tai koetulokset on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Laakereita alusrakenteisiin kiinnitettäessä on varauduttava kiinnityksen aikaisista lämpötilan muutoksista aiheutuviin liikkeisiin.

Laakerin asema alusrakenteisiin nähden saa poiketa teoreettisesta asemastaan vaakatasossa enintään 30 mm, ellei suunnitelmassa ole määritetty muuta toleranssia. Laakerin korkeusaseman sallittu poikkeama on sama kuin pääkannattajien korkeusasemalla ja kallistuspoikkeama saa olla korkeintaan 3 ‰, ellei muuta ole määrätty. (Vrt. myös 1.63 ja 3.45)

Alustavalumassan ominaisuudet tulee selvittää jo laakerisuunnitelmaa tehtäessä. Alustavalu

(3.46)

saattaa vaatia myös korroosiosuojauksen. Tuoteseloste olisi suotavaa liittää kelpoisuuskirjaan.

Käytettäessä alustavalumassoja, joiden ominaisuuksista, kovettumisnopeus mukaan luettuna, ei ole saatavissa riittäviä ja luotettavia tietoja, on ennakkokokeiden teko välttämätöntä. Jos lujuudesta ja lujuuden kehityksestä on käytettävissä esim. hyväksytyn tutkimuslaitoksen tutkimusselostus, josta käy ilmi, että massan lujuus on huomattavasti suurempi kuin alusrakennebetonin, ei lujuuskokeita yleensä tarvitse tehdä.

Alustavalussa tulee noudattaa massan valmistajan ohjeita. Alustan täyttyminen vaatii tiiviin sivumuotin, jonka reunan tulee nousta jonkin verran laakerin alareunan yli. Massan sekoitusajan tulee olla riittävä, ja sullonta on tehtävä huolella. Ilmapusseja ei saa päästä syntymään.

Jos laakerit on kiinnitetty päällysrakenteeseen ennen alustavalua ja ne riippuvat päällysrakenteesta, voivat laakeriosia väliaikaisesti yhdistävät siteet estää laakerin liikkeit siten, että alustavalun kovettumisaikana tapahtuvat lämpöliikkeet rikkovat kiinnityksiä ja laakeri voi jäädä irti tai joutua väärään asentoon. Tämä asennustapa ei käytännössä ole mahdollinen voimakkaalla aurin gonpaisteella tai pilvisyyden vaihdellessa massan kovettumisaikaan verrattuna nopeasti. Tasaisen lämpötilan vallitessakin on laakeriosien väliaikaiset siteen poistettava heti, kun alustavalu pystyy kantamaan laakerin painon.

Laakerit voidaan myös tukea kiiloilla ennen alustavalua. Jos sillan paino lasketaan kiiloilla tuetuille laakereille, on laakerin saamat rasitukset tarkistettava. Vaakaliikkeet on estettävä tehokkaasti.

3.47 Liikkeiden mittaus

Suunnitelman niin edellyttäessä on laakerit varustettava osoittimilla tai muilla kohdistusmerkeillä ja asteikoilla, joiden avulla laakereiden siirtymistila voidaan havaita.

Laakereiden asennot on havaittava asennustyön valmistuttua ja havainnot merkittävä muistiin asetettu ennakko mukaanlukien. Muistiinpanoihin on merkittävä myös rakenteen ja ilman lämpötila sekä muut laakerien liikkeisiin mahdollisesti vaikuttavat tiedot. Muistiinpanot liitetään kelpoisuuskirjaan.

On suositeltavaa, että laakerin liikkeitä ilmaiseva osoitin-asteikko-systeemi on sellainen, että laakerin asento voidaan havaita ilman teelineitä.

Laakerien liikkeisiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm:

- rakenteen lämpötila
- rakenteen kuormitus
- kansibetonin kutistuminen
- säätekijät, kuten tuuli, auringonpaiste ja kosteuden haihtuminen.

3.5 Viimeistely ja tarkastukset

3.51 Yleistä

Teräsrakenteen viimeistelyyn kuuluu kaikkien lujuutta, pinnoitusta tai ulkonäköä heikentävien vikojen ja puutteiden poistaminen siitä riippumatta, ovatko ne olleet jo rakennusaineissa tai -tarvikkeissa vai ovatko ne työn aikana syntyneitä.

Väsytyskuormitetuista rakenneosista on poistettava kaikki

- (3.51) lovivaikutusta aiheuttavat lovet, nystyrät ja muut epätasaisuudet leikkausluokan L3/SFS 2373 vaatimuksia vastaavasti.

Viimeistelyn yhteydessä on poistettava hiontapöly, hitsaus- ja leikkausroiskeet sekä muu lika ja vieraat esineet, vaikka rakennetta ei enää niiltä osin pinnoitettaisikaan.

Tarkastukset tulee suorittaa ainakin pääosin heti sen jälkeen kun a.o. työvaihe on tehty. Liitosten tarkastukset tulee suorittaa kohdissa 2.47, 2.54 ja 2.76 annettujen ohjeiden mukaisesti.

Asennustelineet, apurakenteet ja muut työn jäljet on poistettava asennuspaikalta saattamalla se alkuperäiseen tai muuhun rakennussuunnitelman edellyttämään kuntoon.

On huomattava, että vielä asennukseen liittyvissä nostoissa ja siirroissa sekä väliaikaisessa tuennassa syntyy tarraimista y.m. nosto- ja kiinnityslaitteista jälkiä, jotka on poistettava. Telinekustannusten pienentämiseksi voidaan viimeistely tältä osin sopia tehtäväksi pinnoitustyön yhteydessä.

3.52 Mittojen ja muodon tarkastus

Sen jälkeen, kun rakenne on laskettu lopullisesti laakereilleen, on rakenteen muoto ja sen päämitat todettava riittäväällä tarkkuudella asetettuihin toleransseihin verrattuna.

Mittauksista on tehtävä pöytäkirja, joka liitetään kelpoisuuskirjaan.

(3.52)

Siltarakenteissa mitataan yleensä:

- pääkannattajien jännemitat ja kokonaispituus
- pääkannattajien keskinäiset välit
- pääkannattajien vaakasuora poikkeama teoreettisesta muodosta
- kaikkien kannattajien korkeusasemat eli muoto pystytasossa
- palkin uumien, pilareiden ja vastaavien rakenneosien kaltevuus
- kulma- tai ristimittauksia kulmien tarkastamiseksi sekä vaaka- että pystyasennossa
- laakerien asennot (vrt. 3.47).

3.53

Tiiviystarkastus

Suljettujen koteloiden tiiviystarkastus suoritetaan, jos se on suunnitelmassa määrätty. Tiiviys on todettava ilmanpaineekokeella tai muulla luotettavalla tavalla. Koteloihin on aikaansaatava 0,05 MPa:n (1/2 at) ylipaine, ellei suunnitelmassa ole toisin määrätty tai rakenteen muodosta ja mittasuhteesta muuta johdu. Paineen aleneminen ei saa olla havaittavaa. Lämpötilan muutosten vaikutus paineen muutoksiin on otettava huomioon.

Koteloihin painettava ilma ei saa sisältää epäpuhtautena korroosiota edistäviä tai muuten vahingollisia aineita.

Koetta varten tehtävät reiät on sijoitettava siten, että ne eivät heikennä rakenteen lujuutta. Väsytytkuormitetuissa rakenteissa on reiät merkittävä muutoksina suunnitelmaan. Paineekokeen jälkeen on reiät suljettava tiiviisti. Tulpat eivät saa olla muovia, kumia tai muuta vanhenevaa ainetta eivätkä ne saa aiheuttaa tai kiihdyttää korroosiota. Hitsaaminen on sallittu vain suunnitelman muutoksina.

(3.53)

Koestuspaineesta tulisi aina neuvotella suunnittelijan kanssa, mikäli sitä ei ole esitetty suunnitelmassa.

Vuotokohtien löytämiseksi voidaan ilmaan sekoittaa fluorisoivaa kaasua, joka ei saa olla korroosiota kiihdyttävää.

Reikien sulkeminen tiukoilla kierretulpilla on suositeltavaa.

4. PINTAKÄSITTELY

4.1 Y l e i s t ä

4.11 Yleisiä laatuvaatimuksia

Siltarakenteiden pinnoitteiden tulee kestää vähintään 15 vuotta, ennenkuin ne on uudelleen pinnoitettava. Maalattujen pintojen maalausarvo ei saa tänä aikana laskea alemaksi kuin 7 SFS 3762 mukaan arvosteltuna. Vähäinen huoltokäsittely (paikkamaalaus) saa tulla tarpeelliseksi aikaisintaan 10 vuoden kuluttua, jolloin maalausarvon tulee olla vielä vähintään 8. Muitten pinnoitteiden kunto ja huoltokäsittelyn tarve arvostellaan vastaavalla tavalla pinnoitteen suojavaikutuksen ja ulkonäön perusteella. Pinnoitteiden kestävyys on osoitettava käyttökokemuksilla tai luotettavilla tutkimustuloksilla. Kaikki takuuajan kuluessa esiintulevat viat on korjattava. Mekaanisten vaurioiden ja muiden pinnoitteen laadusta riippumattomien vikojen korjaamisen laajuudesta ja ehdoista on sovittava erikseen.

Pinnoitteen tulee värisävyltään ja muilta ulkonäköön vaikuttavilta ominaisuuksiltaan olla tasalaatuinen. Takuuajana mahdollisesti suoritettavat korjauksetkaan eivät saa heikentää näitä ominaisuuksia.

Pinnoitekerroksen tulee olla hyvin kiinni alustassaan. Kuiva-kalvon paksuus saa paikaallisesti alittaa vaaditun vähimmäisarvon enintään 10 %. Pinnoitekerroksissa ei myöskään saa olla pinnoitteen laatua haittaavaa ylipaksuutta. Ellei aineen valmistajan ohjeissa esitetä tiukempia vaatimuksia, saavat suurimmat mitatut kerrospaksuudet olla enintään kaksinkertaisia vaadittuihin vähimmäispaksuuksiin verrattuna.

Pinnoiteaineiden tulee olla tasalaatuisia tuotteita, joiden valmistuksen laadunvalvonta on hyvin järjestetty. Pakkauksista tulee löytyä valmistuserien tunnuksset, joiden perusteella laadunvalvontakokeiden tuloksista voidaan tarvittaessa saada tietoja.

- (4.11) Pinnoitustyö on tehtävä ammattitaidolla ja huolella. Olosuhteiden tulee olla työn onnistumisen kannalta edulliset.

Työnjohto ja laadunvalvonta on järjestettävä siten, että jokainen työvaihe voidaan tarkastaa yksityiskohtaisesti ennen seuraavan aloittamista.

Maalattujen pintojen kunnon arvosteluun on käytettävissä kansainvälinen standardi ISO 4628, jonka pohjalta tullaan laatimaan uusi SFS-standardi. On suositeltavaa, että uusi standardi otetaan käyttöön sen ilmestyttyä, koska siinä esitetään vertailuasteikot valokuvineen myös muiden vikojen kuin ruostumisen arvosteluun. Tarpeen vaatiessa voidaan käyttää ISO-standardia jo ennen SFS-standardin valmistumista. Maalattun pinnan ruostumisasteen osalta rinnastetaan standardien asteikot seuraavasti:

ISO 4628	SFS 3762 (SIS 185111)
Ri 0	10
Ri 1	9
Ri 2	8
Ri 3	7
Ri 4	5
Ri 5	3

4.12 Rasitusluokat

Pintakäsittelymenetelmän valinnan tulee perustua rasitusluokkiin, jotka määritellään ympäristön terässilloille aiheuttaman korroosiorasituksen mukaisesti.

Metallipinnan märkänäoloaika on tärkein ulkoilmassa tapahtuva metallien korroosiota määräävä tekijä. Märkänäolokaan vaikuttavat ilmasto-

(4.12)

olosuhteiden lisäksi pinnan asento ja sijainti sillassa. Kaksi tärkeintä metallien korroosioita kiihdyttävää ilman epäpuhtautta ovat kloridit ja rikkidioksidi. Ilman epäpuhtaudet voivat joutua metallin pinnalle joko kulkeutumalla sille sateen tai sumun mukana tai törmäämällä ja absorboitumalla pinnalle suoraan ilmasta. Sateen mukana tulevista epäpuhtauksista suurin osa yleensä huuhtoutuu saman tien pois vaikuttamatta oleellisesti metallin korroosioon. Pintaan tiivistymisen seurauksena syntyvä suolakalvo yleensä muodostuu syövyttävämmäksi kuin sateesta aiheutuva. Tästä syystä siltakannen alapuoliset pinnat ovat voimakkaamman rasituksen alaisia kuin sellaiset siltakannen yläpuoliset pinnat, joissa ei ole liikenteen aiheuttamaa rasitusta.

Suurin osa sillan ulkopuolisista pinnoista on voimakkaan ilmastorasituksen alaisena (M3, taulukko 1). Tiesiltojen kaiteet ja muut ajoradan yläpuoliset rakenteet ovat tämän lisäksi liikenerasituksen (tiesuolat, hiekka yms.) alaisena (M4). Rautatiesillat ovat ainakin osittain rautatieliikenteestä aiheutuvan erikoisrasituksen alaisia.

(4.12) Taulukko 1. Ympäristön rasitusluokat silloissa

Rasitusluokka	Korroosiovaikutus	Esiintymisympäristö
M2	Kohtalainen ilmastorasitus	Puhdas maaseutuilmasto, kondenssi vähäinen
M3	Voimakas ilmastorasitus	Maaseutuilmasto, voimakas kondenssi Kaupunki-, teollisuus- ja meri-ilmastoto
M4	Erikoisrasitukset - Vesiroiskeet ja jatkuva kondenssi (upotusta vastaava) - Vesiupotus - Betonista valuva emäksinen vesi - Maanalaiset rakenteet - Liikenneerasitus, kuten suola, hiekka, sora, sepeli, öljyt, yms. - Kreosoottiöljyt - Mekaaninen rasitus	Paikallisesti vaikuttavia rasitteita yhdessä ilmastorasituksen kanssa

4.13 Pintakäsittelytavat

Valmistajan on valittava pintakäsittelytapa seuraavassa esitettyjen suositusten pohjalta, ellei suunnitelmassa esitetä muita määräyksiä tai rajoituksia. Taulukossa 2 luetellaan tavallisimmat käyttöön hyväksytyt siltapinnoitteet. Suositelluista poikkeavan pinnoitteen vastaavuus tai paremmuus on luotettavasti selvitettävä. Pinnoiteyhdistelmän eri kerrosten tulee olla yhteensopivia.

Konepajapohjaa ei yleensä lasketa pinnoiteyhdistelmien osaksi. Sen tulee olla pinnoiteyhdistelmään sopiva, ellei sitä poisteta kokonaan. Yhdistelmän kuivakalvon paksuudelle asetettuja vaatimuksia ei lisätä, vaan konepajapohja saa korvata paksuutensa verran varsinaista pohjamaalikerrosta. Konepajapohja on poistettava hitsisaumojen kohdilta (vert. 2.42).

Betonin kanssa kosketuksiin joutuvat teräspinnat on käsiteltävä siten, että pinnoite kestää betonin alkalisuuden aiheuttaman erikoisrasituksen ja että rajakohtaan ei jää vaikeasti huollettavaa aluetta. Liittopalkkisiltojen betonia vasten tulevista laipoista pinnoitetaan reunat sinkkipölymaalilla, kerrospaksuus $\geq 60 \mu\text{m}$ kuvan 4:1 mukaan. Jos betoni ja teräs eivät toimi liittorakenteena (liitoksessa ei ole vaarnoja), tulee laipan päälle pinnoiteyhdistelmän pohja- ja välimaalikerrokset. Sekä pohja- että välimaalin tulee olla alkalinekestäviä vähintään 200 mm betonin rajasta alaspäin (vrt. kuva 4:2).

Betonin sisään valettavat tangot ym. teräsosat on maalattava rajakohdassa kuvassa 4:3 osoitetulla tavalla.

Säänkestävästä teräksestä tehdyt rakenteet jätetään pinnoittamatta, ellei pinnoitusta ole erikseen vaadittu. Ne on suihkupuhdistettava teräksen pinnan tasaisen värisävyn varmistamiseksi. Betonivalusta tai muista rakentamistoimenpiteistä aiheutuva lika ja muut jäljet on poistettava siten, että pintaan ei jää epätasaisuutta. Alapuoliset betonirakenteet on tarvittaessa suojattava teräksestä irtoavalta ruosteelta. Ruostumattomia ja haponkestäviä teräksiä ei saa pinnoittaa, ellei sitä ole suunnitelmassa vaadittu.

Rasitusluokka	Pinnoiteyhdistelmä ja kalvonpaksuudet	Käyttökohteet
M2	2.1. 3 x alkydimaali ¹⁾ kuivakalvo yht. $\geq 140 \mu\text{m}$	Erikoistapauksissa suolaamattomien teiden sillat, alla vähäinen vesistö, joka talvella jäässä tai ei vesistöä ollenkaan. Huoltomaalaus helppo suorittaa. Betonikannen rajakohtaan erikoiskäsittely.
	2.2. Ruiskusinkitys Zn 80 $\geq 80 \mu\text{m}$ maali tai lakka ⁴⁾⁶⁾ n. $40 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 120 \mu\text{m}$	
M3	3.1. 4 x alkydimaali kuivakalvo yht. $\geq 180 \mu\text{m}$	Erikseen sovittaessa, jos ilmastorasitus on lieväkko. Betonikannen rajakohtaan erikoiskäsittely.
	3.2. 1 x sinkkisilikaattimaali ²⁾ $\geq 60 \mu\text{m}$ 2 tai 3 x kloorikautsumaaali ³⁾⁴⁾ n. $120 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 180 \mu\text{m}$	Tiesillat yleensä ja rautatiesiltoista sellaiset osat, joihin vaikuttaa pelkästään ilmastorasitus.
	3.22 1 x sinkkiepoksimaali ²⁾ $\geq 40 \mu\text{m}$ 3 x kloorikautsumaaali ³⁾⁴⁾ n. $160 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 200 \mu\text{m}$	
	3.3 1 x sinkkiepoksimaali ²⁾ $\geq 40 \mu\text{m}$ 2 x epoksimaali ⁴⁾ n. $160 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 200 \mu\text{m}$	Tie- ja rautatiesillat, kun pintakiillon hämmenemisestä ja maali-pinnan liituuntumisesta ei ole haittaa. Kestää myös M4 luokan erikoisrasituksia.
	3.4 1 x sinkkiepoksimaali ²⁾ $\geq 40 \mu\text{m}$ 1 x epoksimaali ⁴⁾ n. $80 \mu\text{m}$ 2 x polyuretaanimaali n. $80 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 200 \mu\text{m}$	Tie- ja rautatiesillat, kun maali-pinnan ulkonäölle asetetaan korkeat vaatimukset (esim. ajoradan yläpuoliset rakenteet). Kestää myös M4 luokan erikoisrasituksia.
M4	4.1 1 x sinkkiepoksimaali ²⁾ $\geq 40 \mu\text{m}$ 2 x epoksiterva ⁴⁾ n. $250 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 290 \mu\text{m}$	Veden- ja maanalaiset rakenteet sekä koteloiden sisäpinnat ja muut sellaiset kohteet, joiden ulkonäkö ei ole tärkeä.
	4.2 Kuumasinkitys Zn 800 ⁵⁾ n. $115 \mu\text{m}$	Kaiteet ja sellaiset kuumasinkittävät erikoisosat, joita ei maalata.
	4.3 Kuumasinkitys Zn 500 n. $70 \mu\text{m}$ (Ruiskusinkitys Zn 80 $\geq 80 \mu\text{m}$) 1 x epoksimaali ⁴⁾ n. $60 \mu\text{m}$ 1 x polyuretaanimaali n. $40 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $170 \mu\text{m}$ ($180 \mu\text{m}$)	Kaiteet ja muut sellaiset erikoisosat, jotka joutuvat liikennerasitusten alaisiksi ja jotka maalataan.
	4.4 1 x sinkkiepoksimaali ²⁾ $\geq 40 \mu\text{m}$ 1 x epoksimaali ⁴⁾ n. $80 \mu\text{m}$ 2 x polyuretaanimaali n. $80 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 200 \mu\text{m}$	Kaiteet, jos sinkitys ei ole mahdollista ja sellaiset siltojen osat, jotka joutuvat voimakkaan erikoisrasituksen alaiseksi, esim. raidetta kannattavat ja sen tasossa olevat rakenneosat.
	4.5 Ruiskusinkitys Zn 80 $\geq 80 \mu\text{m}$ 2 x alkydi-, kloorikautsu-, epoksi- tai polyuretaanimaali n. $100 \mu\text{m}$ kuivakalvo yht. $\geq 180 \mu\text{m}$	Laakerit ja vastaavat erikoisosat. Maalikerrokset samat kuin muualla sillassa.
	4.6 Liuotteeton epoksi-pinnoite $\geq 500 \mu\text{m}$	Vedenalaiset ja/tai suuren mekaanisen rasituksen alaiset rakenneosat esim. rautatiesiltojen sepelikauloiden sisäpinnat ja laivajohteet.

HUOM! 1) Alkydimaali ei ole alkalinkestävä.

 2) Sinkkipölymaaleja, joissa metallinen sinkki antaa yhdistelmälle katodisen suojan. Sinkkipölymaalin saa maalausyhdistelmissä yleensä korvata ruiskusinkityksellä 40...80 μm kokonaiskalvon paksuuden pysyessä ennallaan.

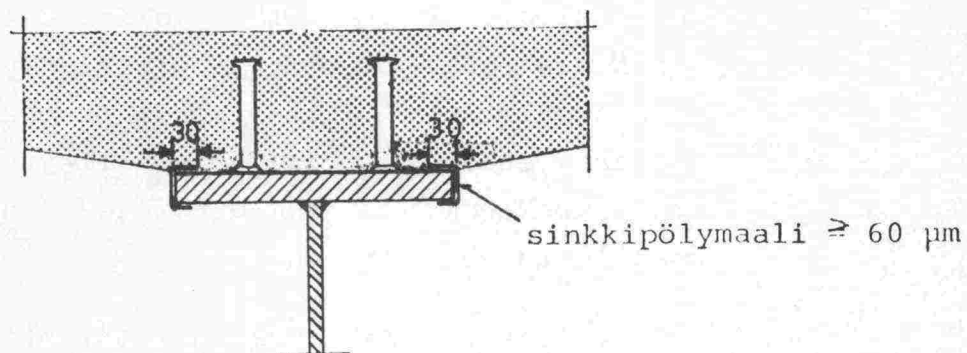
3) Kloorikautsumaatit eivät kestä öljystä aiheutuvia rasituksia.

4) Maalilta ja lakalta edellytetään hyvää tarttuvuutta sinkittyyn pintaan.

5) < 5 mm rakennusosilla SFS 2765 taulukon mukaan.

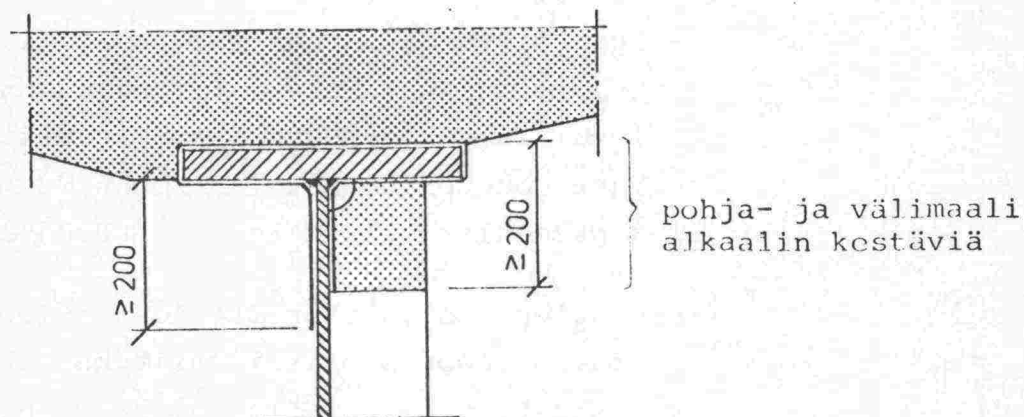
6) Huokoisen ruiskusinkityksen tiivistys (eristys).

(4.13)



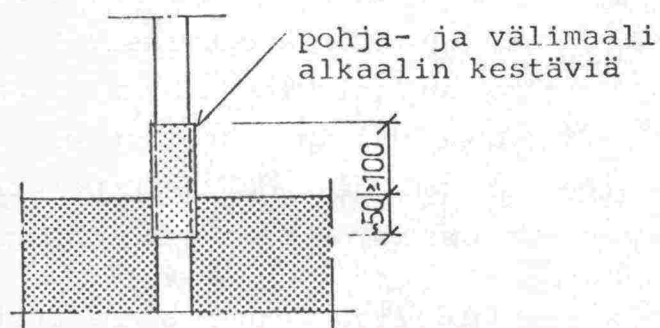
Kuva 4:1

Liittopalkin ylälaipan pinnoitus



Kuva 4:2

Betonilaatan ja teräspalkin rajakohdan maalaus



Kuva 4:3

Betonin sisään upotetut tangot

(4.13)

Vain poikkeustapauksessa voi tulla kysymykseen, että samassa yhdistelmässä olisi eri valmistajien maaleja. Sinkityn ja sinkkipölymaaleilla maalatun pinnan päälle tulevalta maalilta vaaditaan, että ne tarttuvat sinkittyyn pintaan. Tämä koskee myös sinkkipitoisten konepajapohjien päälle tulevaa maalausta.

Jos siltasuunnitelmassa on ilmoitettu pinnoitusyhdistelmä, on sitä käytettävä, ellei sitä voida pitää valmistus- ja asennusvaiheisiin sopimattomana. Siinä tapauksessa valmistajan tulee esittää yhdistelmää, jolla on vähintään yhtä hyvät ominaisuudet korroosioneston, ulkonäön ja huolto-maalauksen suhteen.

Siltaa ei voida katsoa rasitusluokkaan M2 kuuluvaksi, ellei sitä ole mainittu suunnitelmassa tai muissa tarjouspyyntöasiakirjoissa taikka asiasta muuten sovittu. Luokkaan M2 saattavat kuulua pienehköt sillat Keski- ja Pohjois-Suomessa.

Rautatiesiltojen pinnoitteiden tulee yleensä kestää M4-luokan erikoisrasituksia kuten esim. kalustosta tippuvia öljyjä, savukaasuja sekä pölkkyjen kyllästykseen käytettävää kreosootti-öljyä. Teräsrakenteet voivat kuitenkin olla kokonaan tiiviin kannen alla tai muuten suojattuna siten, että niihin vaikuttaa vain ilmaston rasitus. Rautatiesillat lasketaan aina vähintään M3-luokkaan kuuluviksi. Raiteen välittömässä vaikutuspiirissä olevat rakenneosat vaativat vielä normaalia vahvemman pinnoitteen 4.5. Tämä koskee mm. sekundääri- ja poikkikannattajia sekä kaukalomaisten siltojen pääkannattajien sisäpintoja.

Viimeistään ennen pintakäsittelysuunnitelman tekoa tulee valmistajan selvittää siltaan kohdistuvat rasitukset sekä valmistuksen, kuljetuksen ja asennuksen vaikutukset pinnoitusyhdistelmän valintaan.

4.2 P i n t a k ä s i t t e l y s u u n n i t e l m a

4.21 Yleistä

Hyvissä ajoin ennen työn aloittamista on valmistajan laadittava yksityiskohtainen suunnitelma pintakäsittelystä. Suunnitelman tulee perustua rakennesuunnitelmassa ja tässä työselityksessä esitettyihin pinnoituksen laatutasoa koskeviin määräyksiin ja ohjeisiin. Lisäksi siinä on otettava konepajatyöstä, kuljetuksesta ja asennuksesta johtuvat näkökohdat huomioon.

Teräsmateriaalin esikäsittelyyn mahdollisesti kuuluvat puhdistus- ja maalausvaiheet on myös sisällytettävä pintakäsittelysuunnitelmaan.

Hyväksytty pintakäsittelysuunnitelma liitetään kelpoisuuskirjaan.

Pinnoitustyön onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää, että valitut pinnoiteyhdistelmät kestävät kokoamistyön, koneistuksen ja sisäisten siirtojen aiheuttamat rasitukset pienin vaurioin. Kuljetus- ja asennusvauriot voivat olla jopa 30...50 % maaalatusta pinnasta vaikeissa kuljetus-, varastointi- ja asennustapauksissa, mikäli näitä rasituksia ei ole otettu pinnoiteyhdistelmää valitessa huomioon. Asennustyön jälkeisessä pintakäsittelyssä ja huoltomaalauksessa voi esiintyä mm. seuraavia vaikeuksia:

- suihkupuhdistusta ei voi pölyn takia tehdä,
- ruiskumaalaus voi maalisumun vuoksi olla mahdoton,
- sääolosuhteet voivat estää pintakäsittelyn tai ainakin vaikeuttaa paikkausta,
- paikkausten rajaaminen voi olla kohtuuttoman työlästä tai lopputulos huono, jos maalikerrosten ristiinmenoa ei saa tapahtua,
- telinerakenteet nostavat kustannuksia.

- (4.21) Pinnoitustyön suunnittelussa on käytävä läpi rakenteen kulku valmistuspaikalta toimintakoh- teeseen ja valittava maaliyhdistelmä sen mukaan.

Suunnitelma suositellaan laadittavaksi oheisen mallikaavakkeen muotoon.

4.22 Käytettävät aineet

Suunnitelmassa luetellaan käytettävät maalit, kitit ja muut pinnoitusaineet tuotenimin. Niiden koostumus ja vaikutus- tapa selvitetään tuoteselosteiden ja/tai luotettavien tutki- musten perusteella.

Tuoteselosteet ja muut selvitykset liitetään kelpoisuuskir- jaan.

4.23 Pinnoiteyhdistelmä

Suunnitelmassa on määriteltävä yksityiskohtaisesti, millai- sista kerroksista pinnoiteyhdistelmä koostuu. Kerrospaksuu- det on ilmoitettava sallittuine vaihtelurajoineen. Konepaja- pohjakäsittely otetaan mukaan yhtenä käsittelykertana, vaik- ka se ei varsinaisesti kuulukaan pinnoiteyhdistelmään. Maa- leista on ilmoitettava myös värisävyt. Pintamaalin värisävyn määrää rakennuttaja, ellei sitä ole ilmoitettu suunnitelmas- sa.

4.24 Työvaiheet ja aikataulu

Suunnitelmassa on ilmoitettava puhdistus- ja pinnoitustyön vaiheet, suorituspaikat sekä välineet ja laitteet.

PINTAKÄSITTELYSUUNNITELMA

1. Rasitteet:	2. Pintakäsiteltävä silta:	4. Vaadittu kestoikä:			
		- takuu aika: vuotta - vähäinen huolto- käsittely: vuotta - uudelleen pinnoitus vuotta			
5. Pinnoitusaineiden valmistajat:	3. Rakenneosat				
5. Pinnan puhdistus:					
	1. kerros	2. kerros	3. kerros	4. kerros	5. kerros
Maalityyppi tai muu pinnoite: Maalin (tai vast.) tuotenimi ja tuoteselosteen numero: Värisävy: Missä pintakäsittely tehdään: Levitysmenetelmä (välineet): Märkäkalvo, minimi: keskiarvo: maksimi: Kuivakalvo, minimi: keskiarvo: maksimi: Levikki m ² /l (kg/m ²): Huomautuksia:					
Laatinut: ____/____ ____ Laadunvalvonnasta vastaa: _____					
Liitteenä: tuoteselosteet aikataulu					

- (4.24) Työstä on laadittava aikataulu sekä selvitettävä sen soveltuvuus konepajatyön ja asennuksen edistymiseen. Pinnoitus-työn aikataulua laadittaessa on otettava huomioon, että puhdistus- ja pinnoitustyö on tarkastettava vaiheittain siten, että seuraavaa työvaihetta ei saa aloittaa, ennenkuin edellinen on tarkastettu.

4.25 Puhdistus

Pinnan puhdistukselle asetetut laatuvaatimukset on määritettävä yksityiskohtaisesti. Myös kaikki välivaiheisiin liittyvät puhdistustoimenpiteet on selvitettävä.

4.26 Olosuhteet ja muut tiedot

Maalauslämpötilaa, suhteellista kosteutta, maalausväliaikojä, kuivumis- ja kovettumisolosuhteita jne. koskevat vaatimukset sallittuine vaihtelurajoineen on esitettävä pintakäsittelysuunnitelmassa.

Pintakäsittelysuunnitelmassa on ilmoitettava myös valmistajan laadunvalvonnasta vastaavan henkilön nimi.

4.3 P i n n a n p u h d i s t u s

4.31 Yleistä

Suojaamattoman teräspinnan ruostumisasteet määritellään standardin SFS 3761 (SIS 055900) värivalokuvien perusteella käyttäen apuna standardia PSK 1701, Teräspinnan ruostumisasteet.

Ruosteenpoistoasteet määritellään standardin SFS 3761 värivalokuvien perusteella. Mikäli osapuolet eivät pääse tällä tavalla yhteisymmärrykseen, voidaan puhdistaa yksi tai useam-

- (4.31) pia noin 50 x 50 cm kokoisia teräslevyjä vertailupinnoiksi. Vertailulevyt on säilytettävä siten, että ruostumista ei tapahdu. Tarvittaessa tehdään uudet vertailupinnat.

Puhdistusaste ja -tapa valitaan pinnoitteen asettamien vaatimusten perusteella. Ruostumisasteen vaikutus valintaan otetaan tarvittaessa huomioon.

Takuuseen kuuluvan tai huoltomaalauksen maalaustarpeen ja työmenetelmän valinnan perustaksi määritellään maalauksen kunto standardin SFS 3762 (SIS 185111) valokuvien perusteella. Myös standardia ISO 4628 voidaan käyttää. (Vrt. 4.11.)

Metallipinnan puhdistuksessa noudatetaan seuraavien PSK-standardien ohjeita:

- PSK 1702 Esipuhdistus
- PSK 1703 Teräsharjaus
- PSK 1704 Suihkupuhdistus

4.32 Esipuhdistus

Maalattavilta pinnoilta poistetaan ruosteenpoistoa ja maalausta vaikeuttavat epäpuhtaudet eri puhdistusmenetelmin. Jää, betoni, laasti ym. kiinteät epäpuhtaudet poistetaan hakkaamalla, kaapien tai harjaamalla. Suolat ja muut vesiliukoiset epäpuhtaudet poistetaan vesipesulla harjaten, korkeapaine-, höyry- tai emulsiopesulla. Rasvat ja öljyt poistetaan alkali-, emulsio- tai liuotepesulla. Työssä noudatetaan standardin PSK 1702, Esipuhdistus, ohjeita.

Esipuhdistuksen yhteydessä on tarkastettava, että hitsauskuona ja -roiskeet sekä porauspurseet on poistettu, leikkausreunat tasoitettu ja nurkat viistetty ja että teräspinnoissa ei ole muitakaan pinnoitteen laatua heikentäviä epätasaisuuksia.

4.33 Suihkupuhdistus

Esipuhdistetut teräspinnat suihkupuhdistetaan pintakäsittelysuunnitelman edellyttämään puhdistusasteeseen Sa 2, Sa 2¹/₂ tai Sa 3 standardin PSK 1704 mukaan.

Maalattuja pintoja on varottava vahingoittamasta suihkupuhdistuksella. Samoin on estettävä puhallusmateriaalin lentäminen vastamaalatuille pinnoille.

Puhdistusrakeiden ja paineilman puhtaus on tarpeen vaatiossa osoitettava kokeilla.

4.34 Teräsharjaus

Teräsharjaus voi tulla kysymykseen vain, jos se on esitetty hyväksytyssä pintakäsittelysuunnitelmassa tai siitä muuten erikseen sovitaan.

Esipuhdistetut teräspinnat teräsharjataan joko asteeseen St 2 tai St 3 PSK 1703 mukaan.

Teräsharjaus on vain poikkeustapauksissa yksinään riittävän tehokas puhdistusmenetelmä ja voi tulla kysymykseen vain rajoitetuilla alueilla huoltomaalauksen yhteydessä.

Tulosta voidaan parantaa käyttämällä kemiallista ruosteenpoistoa teräsharjauksen jälkeen aineen valmistajan antamia ohjeita tarkasti noudattaen.

Hiekkapuhalluksen jälkeen mahdollisesti syntynyt ns. lentoruoste saadaan yleensä poistaa teräsharjalla.

4.35 Peittaus

Kuumasinkittäviksi tarkoitettujen teräsrakenteiden pinnanpuhdistus suoritetaan peittaamalla. Peittauksen tulee tapahtua altaissa hallituissa olosuhteissa. Ennen peittausta on hitsauskuona, maali ja vastaavat epäpuhtaudet poistettava mekaanisesti esim. suihkupuhtauksella (SFS 2765).

Peittausmenetelmään kuuluu yleensä lian ja rasvan poisto altaissa, huuhtelut vedellä, varsinainen peittaus peittaushapossa sekä vesihuuhdelu.

4.36 Sinkityn pinnan käsittely

Maalattaviksi tulevat sinkityt pinnat on puhdistettava rasvasta ja liasta alkali-, emulsio- tai liuotepesulla sekä sinkkisuoloista vesipesulla ja harjalla ennen maalausta. Myös hiekkapesu voi tulla kysymykseen. Ruoste poistetaan maaliyhdistelmien vaatimusten mukaan.

Sinkkipölymaaleilla maalatut pinnat käsitellään samalla tavalla, jos niitä ei maalata väli- tai peitemaalilla ennen kuin sinkkisuoloja ehtii muodostua. Sinkkipitoisella konepajapohjalla käsitellyt pinnat vaativat erikoisen perusteellisen käsittelyn, useimmiten hiekkapesun.

4.37 Puhdistetun pinnan säilyminen

Pohjamaalaus on suoritettava ennen kuin näkyvää ruosteen muodostumista on havaittavissa. Ruiskusinkittävien pintojen tulee olla täysin puhtaita. Työ on niin ajoitettava, että ulkona kuivalla poutasäällä (suhteellinen kosteus $\leq 50\%$) voidaan puhdistetut pinnat maalata tai ruiskusinkitä 8 tunnin kuluessa puhdistamisesta. Kuivissa sisätiloissa voidaan sallia pitempikin aika.

Kitkaliitosten osalta noudatetaan niitä koskevia määräyksiä (vrt. 2.63 ja 2.67).

4.4 M a a l a u s

4.41 Maali- ja kittiaineet

Työssä on käytettävä hyväksyttäviä maali- ja kittiaineita. Tarpeen vaatiessa on niiden laadun ja käyttökelpoisuuden selvittämiseksi suoritettava kokeita.

Maali- ja kittiaineet on toimitettava työpaikalle ja niitä on säilytettävä siellä avaamattomissa tehtaan pakkauksissa. Niistä on merkittävä kelpoisuuskirjaan tyyppi, tuotenimike, valmistaja ja valmistuseränumerot. Tuoteselosteet tai niitä vastaavat muut selvitykset on myös liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Maaliyhdistelmän eri kerrosten tulee värisävyltään poiketa toisistaan työn valvonnan helpottamiseksi.

Maali- ja kittiaineita on säilytettävä ja käytettävä valmistajan antamien ohjeiden mukaan.

Rakojen ja kolojen täytteenä käytettävän kitin on kestävä samat rasitukset kuin pinnoitteen. Sen tulee tarttua hyvin alustaansa ja maalin tulee tarttua siihen, jos pintakäsittelysuunnitelmassa ei muuta esitetä. Liikuntasaumoissa ja esim. köysinipun raoissa on kitin oltava joustavaa.

Ennen maalausta on maalit sekoitettava huolellisesti ja huolehdittava siitä, että homogeenisuus säilyy koko maalaustyön ajan. Eri komponenttien sekoitus keskenään vaatii erityistä perusteellisuutta, koska seossuhteet muuten vaihtelevat heikentäen maalikalvon ominaisuuksia.

Maaliaineiden ohentamisessa on noudatettava tarkasti maalin valmistajan antamia ohjeita. Suunnitellut maalikerrosten paksuudet eivät yleensä synny ohennetulla maalilla.

Kaksi- tai useampikomponenttisten maalien käyttöaika on yleensä rajoitettu muutamaan tuntiin.

(4.41)

Seoksen lämpötila ja määrä vaikuttavat myös käyttökelpoisuusaikaan. Sekoitettavat määrät on suunniteltava työn etenemisen mukaan siten, että käyttökelpoisuusajan ylityksiä ei pääse sattumaan.

Maalin lämpötilan tulee maalattaessa olla maalinvalmistajan antamien ohjeiden mukainen.

4.42 Maalaustyö

Maalaustyö on tehtävä ammattitaidolla standardia PSK 1707 soveltuvin osin noudattaen. Konepajapohjakäsittely on suoritettava standardin PSK 1706 mukaisesti.

O l o s u h t e i d e n tulee olla maalityypille asetettujen vaatimusten mukaiset. Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus on mitattava päivittäin työhön ryhdyttäessä ja useamminkin, jos säätila vaihtelee työn aikana. Mittaustulokset on kirjattava ja liitettävä kelpoisuuskirjaan. Samalla tavalla on merkittävä muistiin myös muut havainnot säästä kuten pilvisuus, sade ja tuuli sekä mahdollinen kasteen muodostuminen.

Tarpeen vaatiessa on valmistajan järjestettävä olosuhteet maalaustyölle sopiviksi käyttäen apuna suojauksia ja lämmitystä sekä ilmankuivaajia, ellei sitä rakenteen sijainnin, muodon ja mittasuhteiden puolesta voida pitää kohtuuttomana ja sopia maalaustyön siirtämisestä edullisempaan vuodenaikaan.

M a a l a t t a v a n p i n n a n tulee olla puhdas ja kuiva. Välittömästi ennen maalaustyön aloitusta on mitattava pinnan lämpötila ja myöhemminkin työn kestäessä, jos olosuhteet muuttuvat. Lukemat on merkittävä kelpoisuuskirjaan. Pinnan lämpötilan tulee olla maalattaessa ja maalin kuivumisaikana maalityypille sopiva.

- (4.42) Välineiden, joilla maali levitetään, tulee olla maalityypille ja maalattavaan kohteeseen parhaiten sopivia. Niitä on käytettävä ja huollettava niin, että ne pysyvät koko työn ajan moitteettomassa kunnossa.

Maali on levitetävä tasaisiksi kalvoiksi, joiden paksuus on pintakäsittelysuunnitelman mukainen. Erikoisesti on pidettävä huolta siitä, että nurkkiin, kulmiin, vapaisiin reunoihin sekä ruuvien ja niittien kantoihin tulee riittävän paksu maalikerros. Tarpeen vaatiessa on näihin kohtiin levitettävä ylimääräinen kerros, jonka tulee olla ns. välimaaliala, ellei pintakäsittelysuunnitelmassa toisin mainita. Valumia ja muita paikallisia kasaumia ei myöskään saa esiintyä.

Raot, jotka eivät peity maalilla, kitataan. Kittä on levitettävä siten, että se täyttää vainraon, eikä leviä raon ympäristöön. Kittaus suoritetaan pohja- tai välimaalauksen jälkeen, ellei hyväksytyssä pintakäsittelysuunnitelmassa toisin mainita.

Maalinvalmistajan ilmoittamia maalauksvälialaikkona on noudatettava. Jos seuraavaa maalikerrosta ei voida levittää suositellun enimmäisajan kuluessa, on edellinen maalikerros käsiteltävä tartunnan varmistamisen edellyttämällä tavalla (esim. karheaksi hionta ja sinkkisuolojen poisto). Jos olosuhteet poikkeavat siitä, mille maalin valmistaja on ilmoittanut kuivumisajat, on selvitettävä poikkeaman vaikutus maalauksvälialaikkoihin.

Maalattu pinnat on suojattava tarvittaessa pölyltä, lialta ja kosteudelta. Jos vastamaalattu pinta kastuu tai siihen tarttuu pölyä tai likaa taikka vioittuu muulla tavalla, on sen kelvollisuus erikseen selvitettävä. Vioittunut maalikerros on poistettava ja maalattava uudelleen, ennen seuraavan kerroksen maalaamista, ellei sitä voida puhdistaa tai muuten korjata.

Maalin kuivumisen ja kovettumisen aikana on ylläpidettävä sellaisia olosuhteita, joissa maalikalvon ominaisuudet kehittyvät suotuisasti.

(4.42)

Puhallushiekka ja -rakeet tulee poistaa tarkasti tehokkailla imureilla tai muulla sopivalla tavalla. Paineilmalla puhaltaminen antaa harvoin yksinään riittävän hyvän tuloksen.

Kasteesta märkien pintojen on annettava kuivua perusteellisesti ennen maalausta. Kosteus pitää poistaa myös kaikista nurkista, koloista ja raoista tarvittaessa lämmitystä ja puhallusta apuna käyttäen.

Jos vastamaalattu pinta kastuu, sen ominaisuudet heikkenevät maalityypistä ja kuivumisasteesta riippuvalla tavalla. Vioittuneen maalikerroksen kelvollisuutta selvitetessä ja korjaustoimenpiteitä harkittaessa tulee maalinvalmistajaa kuulla asiantuntijana. Myös pöly ja lika voi vaurioittaa tuoretta maalipintaa niin paljon, että se joudutaan poistamaan ja maalaamaan uudelleen.

Maalausväliaikojen osalta on huomattava, että alemman kerroksen tulee olla riittävän kuiva, jotta sen lopullinen kovettuminen voi tapahtua suunnitellulla tavalla. Paitsi olosuhteet myös kerrospaksuudet saattavat aiheuttaa poikkeamia ilmoitettuihin päällemaalattavuusaikoihin. Jos väliaika on liian pitkä, voi maalin pinta kovettua liiaksi seuraavan kerroksen tartuntaa ajatellen. Sinkkipölymaaleissa haittaa sinkkisuolosten muodostuminen yleensä tartuntaa.

Ns. nurkkavahvistukset voidaan saada aikaan myös sopivalla ruiskutustekniikalla ilman ylimääräistä maalauskertaa. Sively on kuitenkin useimmissa tapauksissa varmin ja suositeltavin tapa vahvistusmaalauksiin.

On suotavaa, että maalin menekkiä tarkkaillaan jatkuvasti työn aikana ja verrataan sitä maalin

- (4.42) valmistajan ilmoittamiin ohjearvoihin. Yhdessä märkäkalvon paksuuden mittauksen kanssa voidaan menekistä tehdä päätelmiä kerrosten tasaisuudesta.

Asennushitsien rajakohdat on syytä teipata siten, että maalia ei tarvitse poistaa sauman kohdalta.

4.43 Tarkastukset

Kaikki puhdistus- ja maalaustyön vaiheet on tarkastettava huolellisesti ennen seuraavan vaiheen aloittamista. Samalla on tehtävä myös kohdassa 4.32 tarkoitettut havainnot olosuh-teista ja maalattavan pinnan lämpötilasta. Tarkastuksissa on merkittävä muistiin mm: päivämäärä, kohde, mittausväli-neet ja -tulokset sekä muut havainnot (vrt. 4.32); vauriot, korjaustoimenpiteet, uusintatarkastuksen tarve ja tarkastuk-seen osallistuneiden henkilöiden nimet. Kelpoisuuskirjaan liitetään tarkastusmuistiot tai yhteenvedot niistä.

Tarkastuksissa noudatetaan standardia PSK 1708, Laadunval-vonta, soveltuvin osin.

Ennentyön aloittamista on valmistajan sovittava rakennutta-jan kanssa siitä, missä laajuudessa rakennuttajan asettama valvoja osallistuu tarkastuksiin. Pinnoitustyö on järjestet-tävä siten, että valvoja pystyy työajan, paikan ja olosuh-teiden puolesta osallistumaan sovittuihin tarkastuksiin sovitussa laajuudessa.

Valmistajan on varattava tarkastukseen kaikki tarvittavat standardit, mittalaitteet ja apuvälineet ja pidettävä ne toimintakuntoisina. Ne on luovutettava tarvittaessa valvo-jan käyttöön mittauksien ja havaintojen tekemistä varten. Valvojalle on järjestettävä työturvallisuusmääräysten mu-kainen pääsy tarkastuskohteeseen.

(4.43) Tarkastuksissa on todettava esipuhdistuksen riittävyys ja suihkupuhdistuksesta puhdistusaste, joka määritetään standardin SFS 3761 värivalokuvaan vertaamalla. Maalikerroksista on ensisijaisesti mitattava kuivakalvon paksuudet magneettisilla mittareilla. Jos kuivakalvopaksuuksia ei voida mitata esim. maalausväliaikojen asettamien rajoitusten takia, on pohja- ja välimaalien kerrospaksuudet todettava märkäkalvomittauksin. Jos eri kerrosten kalvonpaksuudet jäävät kokonaan mittaamatta tai tulokset ovat epäluotettavia, on valvojalla oikeus vaatia tarkempaa selvitystä maalikalvoa rikkovilla menetelmillä. Mittausjäljet on korjattava huoltomaalausohjeita soveltaen noudattaen. Maalikalvon paksuuden mittauksessa noudatetaan standardeja SFS 2768, SFS 2873 ja SFS 3644 sekä muita vastaavia määräyksiä soveltuvin osin.

Jos maalikerrosten tartuntaa on syytä epäillä liian suurien kalvonpaksuuksien, huonon puhdistuksen, liian pitkien väliaikojen tai muun syyn takia, on tartunnan riittävyys osoitettava standardin SFS 3765 mukaisilla tai muilla sopivilla kokeilla.

Siirtojen, kuljetuksen tai asennuksen aikana syntyneistä taikka muista syistä aiheutuneista vaurioista on tarkastuksissa selvitettävä laatu ja laajuus sekä syntymisen syyt. Samalla on selvitettävä, voidaanko korjaus tehdä normaalisti huoltomaalausohjeita noudattaen.

Valmistajan tulee ylläpitää jatkuvaa valvontaa. Rakennuttajan asettaman valvojan osallistuminen voi vaihdella huomattavasti resurssien mukaan. Valmistaja ei voi edellyttää, että valvoja ottaisi tarkastusten ja muistiinpanojen tekemisen huolekseen, ellei siitä ole osapuolten kesken työkohtaisesti sovittu.

(4.43)

Tarkastuksessa tarvittavia standardeja ovat mm:

- SFS 3761 (SIS 055900) Maalit ja lakat.
Teräspintojen ruostumisasteet ja ruosteenpoistoasteet (Väri- ja värilokuvat)
- SFS 3762 (SIS 185111) Maalit ja lakat.
Korroosionestomaalilla maalattujen pintojen maalausarvot.
- SFS 3644 Maalit ja lakat.
Kalvon paksuuden määrittäminen.
- SFS 3753 Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi hylätestikokeella.
- SFS 2768 Metallien pinnoitteet. Pinnoitteen paksuuden mittaaminen magneettisella menetelmällä.
- SFS 2873 Metallien pinnoitteet. Paksuuden mittaamisen käsitteet. Määrittämät ja sovellutusohjeet.
- SFS 3765 Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella.
- PSK 1700 Korroosionestomaalaus.
- PSK 1701 Teräspinnan ruostumisasteet.
- PSK 1702 Esipuhdistus.
- PSK 1703 Teräsharjaus.
- PSK 1704 Suihkupuhdistus.
- PSK 1705 Metallipinnan kemiallinen käsittely.
- PSK 1706 Konepajapohjakäsittely.
- PSK 1707 Maalaustyö.
- PSK 1708 Laadunvalvonta.
- PSK 1709 Huoltomaalaus.

Maaliyhdistelmistä ja maaleista tulee olla maalinvalmistajan tuoteselosteet tai muut selvityk-

(4.43)

set, joista käy ilmi aineiden ominaisuudet sekä säilytys- ja käyttöohjeet.

Tarkastuksessa tarvittavia mittalaitteita ja välineitä ovat mm: (vrt. PSK 1708)

- märkäkalvomittari,
- magneettinen kuivakalvomittari,
- maksimi-minimilämpömittari,
- pintalämpömittari,
- kosteusmittari,
- taskulamppu,
- tarkastuspeili,
- veitsi,
- suurennuslasi,
- viiltomittari (Paint Inspection Gage) tarvittaessa.

Kuivakalvomittarin tulee olla rakenteeltaan sellainen, että se voidaan luotettavasti kalibroida ja että se soveltuu mitattavan rakenteen muotoon ja mittasuhteisiin. Mittari on kalibroitava ennen mittausta ja mittauksen aikanakin, jos mitattavan pinnan tai rakenteen ominaisuudet muuttuvat taikka mittaus kestää kauemmin kuin 2 tuntia. Kalibrointi suoritetaan vakiopaksuisten kalvojen avulla teräspinoilla, jotka on puhdistettu samalla tavalla kuin pinnoitettava rakenne. Ainepaksuuden tulee olla myös samaa suuruusluokkaa.

4.5 K u u m a s i n k i t y s

4.51 Yleistä

Kuumasinkitys tehdään standardin SFS 2765 mukaisesti. Ellei sinkkikerroksen paksuutta ole määrätty suunnitelmassa, on se valittava rakenteen rasitusluokan perusteella.

- (4.51) Kuumasinkittäviin rakenneosiin on käytettävä kemialliselta koostumukseltaan sellaista terästä, että sinkitykseltä vaadittavat ominaisuudet on mahdollista saavuttaa.

Kuumasinkittäviin rakenneosiin on tehtävä paineen tasaamista ja sinkin valumista varten tarvittavat reiät. Ellei niitä ole merkitty rakennesuunnitelmaan, on ne käsiteltävä suunnitelman muutoksina. Hitsisaumojen tulee olla tiiviitä ja liitoksiin ei saa jäädä avoimia rakoja, joihin peittäusnesteet voivat tunkeutua, eikä sellaisia suljettuja rakoja, joissa kehittyvä kaasunpaine voi aiheuttaa räjähdysten tai haitallisen muodonmuutoksen.

Väsytytkuormitettuja rakenneosia ei saa kuumasinkitä ellei sitä ole rakennesuunnitelmassa määrätty. Kuumasinkittyjä rakenneosia ei saa hitsata eikä polttoleikata tai muuten kuumentaa, ellei rakennesuunnitelma sitä edellytä tai suunnitelmaan tehdä sellaista muutosta. Hitsisauman kohdalta on sinkitys poistettava.

Piillä tiivistettyyn teräkseen muodostuu paksu pinnoite, joka on pinnaltaan mattamainen ja harmaa ja värityseroja voi esiintyä. Tiivistämättömään ja alumiinilla tiivistettyyn teräkseen kiinnittyy ohuempi sinkkikerros, joka pintaosaltaan on puhdasta sinkkiä ja kirkkaan metallin värinen. Tiivistämättömällä teräksellä ei yleensä voida saavuttaa merkintää ZnK 800 vastaavia kerrospaksuuksia.

Rakenteiden sopivuus kuumasinkitykseen on syytä aina tarkistaa. Erityisen tähdellistä tämä on silloin, kun suunnitelmassa on esitetty muu pinnoitusmenetelmä, mutta valmistaja haluaa vaihtaa sen kuumasinkitykseen. Neuvottelu kuumasinkityslaitoksen tai muun sinkitysalan asiantuntijan kanssa ennen työn aloittamista on suotavaa.

4.52 Pinnoitteen ominaisuudet

Sinkkikerroksen paksuus eri rasitusluokissa on esitetty kohdan 4.13 taulukossa 2. Ohuiden rakenneosien (< 5 mm) ja erikoisosien sinkkipinnoitteen paksuusvaatimukset ovat kuitenkin standardin SFS 2765 taulukon 1 mukaisia, ellei muusta sovita.

Pinnoitteen paksuus on mitattava magneettisella menetelmällä standardin SFS 2768 mukaisesti tai muulla sopivalla tavalla. Mittaustulokset on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Pinnoitteen muita ominaisuuksia koskevat vaatimukset ovat standardin SFS 2765 mukaisia kuitenkin siten, että näkyviin jäävissä rakenteissa värin tulee olla tasainen ja että ns. valkoruoste on pestävä pois ennen vastaanottotarkastusta. Kiinnipysyvyyskokeet suoritetaan standardin SFS 2429 mukaisesti, jos pinnoitteen laatu antaa siihen aiheutta.

4.53 Esikäsittely ja puhdistus

Sinkittävistä kappaleista on ennen peittausta poistettava hitsauskuona ja -roiskeet sekä maali. Hitsien tiiviys ja reikien riittävyys on todettava tarkastamalla jokainen kappale huolellisesti.

Puhdistus suoritetaan peittausmenetelmällä. (Vrt. 4.35).

4.54 Sinkitys

Sinkitys on tehtävä sellaisilla välineillä ja menetelmillä, että vaadittu laatutaso saavutetaan. Ruuvit, mutterit ja muut sellaiset osat, joissa pinnoitteen tasaisuus on toiminnan kannalta tai muista syistä välttämätöntä, on linoitava tai käsiteltävä muulla soveltuvalla tavalla.

- (4.54) Sinkittävät kappaleet on tuettava kaston ajaksi siten, että haitallisia muodonmuutoksia ei lämpötilan kohoamisen johdosta pääse syntymään. Upotuksen tulee tapahtua siten, että kappaleen osien lämpötilaeroista ei aiheudu haitallisia jännityksiä ja/tai muodonmuutoksia. Sinkin lämpötila ei saa olla yli $+500^{\circ}\text{C}$, ellei siitä erikseen sovita.

4.55 Kelpoisuuden toteaminen

Kuumasinkityksestä on merkittävä kelpoisuuskirjaan mm:

- esikäsitteily,
- peittauksen eri vaiheet ja käytetyt aineet,
- sinkin lämpötila ja kasto aika,
- linkous tai muu viimeistely,
- sinkkikerroksen paksuuden mittauksen tulokset,
- päivämäärä,
- käsittelylaitos.

4.56 Jälkikäsitteily

Sinkityt pinnat on maalattava, jos se kuuluu suunnitelmaan tai jos pinnoitteen paksuus tai ulkonäkö ei täytä asetettuja vaatimuksia. Maaliaineiden tulee olla siihen tarkoitukseen soveltuvia ja niiden tulee täyttää myös rakenteen ra-
situsluokan asettamat vaatimukset (vrt. taulukko 2/4.13).
Pinnat on puhdistettava ja käsiteltävä siten, että maalin tarttuminen tulee varmistettua. (Vrt. 4.36.)

Kuumasinkittyjen kappaleiden kromotoinnista ja fosfatoinnista on sovittava erikseen. Tällainen esikäsitteily on otettava huomioon myös maalaussuunnitelmaa tehtäessä.

Hitsauksen, työstön tai muun syyn takia vahingoittuneet kohdat on suihkpuhdistettava ja korjattava ruiskusinkityksellä tai sinkkipölymaalauksella. Kerrospaksuuden korjauskohdassa on oltava vähintään sama kuin kuumasinkityksellä.

- (4.56) Rajakohta on viistettävä siten, että reunoille ei muodostu haitallista paksunnosta päällekkäin menneistä pinnoitteista. Erikseen sovittaessa saa puhdistuksen tehdä hiomalla. Ruiskusinkittävät pinnat on kuitenkin aina karhennettava.

Jälkikäsitteilytoimenpiteitä on valvottava samalla tavalla kuin maalausta ja ruiskusinkitystä (vrt. 4.43) ja tehtävä samat merkinnät kelpoisuuskirjaan.

4.6 R u i s k u s i n k i t y s

4.61 Yleistä

Ruiskusinkitys tehdään standardin SFS 3107 mukaan.

Sinkkikerroksen paksuus on valittava rakenteen rasitusluokan perusteella, ellei sitä ole määriteltä suunnitelmassa. Ruiskusinkityt pinnat on yleensä maalattava tai lakattava. (Vrt. 4.13, taulukko 2.)

Ruiskusinkityksen kappaleiden muodolle ja mittasuhteille samoin kuin työskentelyolosuhteille asettamat vaatimukset on otettava huomioon pinnoitus suunnitelmaa tehtäessä ja rakenneosia valmistettaessa.

Ruiskusinkityksestä on pintakäsittelysuunnitelmaan merkittävä puhdistusaste, sinkin koostumus ja olomuoto, ruiskutustapa sekä sinkkikerroksen paksuus, sen sallitut vaihtelurajat ja mittaustapa.

4.62 Esikäsitteily

Ruiskusinkittävät osat on suihkupuhdistettava siten, että saadaan aikaan karhea metallinkirkas pinta. (Sa 3.) Ennen suihkupuhdistusta on öljy ja rasva poistettava tarkoin liuottimilla ja sen jälkeen pintojen likaantuminen on täysin estettävä. (Vrt. SFS 3107).

- (4.62) Pinnalta vaadittava karheus ja lyhyt säilyvyysaika johtavat siihen, että teräsmateriaalin esikäsitteilyyn kuuluva sinkopuhdistus ei ole riittävä pohja ruiskusinkitykselle.

4.63 Sinkin ruiskutus

Olosuhteet sinkin ruiskutukselle on järjestettävä sellaisiksi, että pinnoite täyttää sille asetetut laatuvaatimukset ja että olosuhdetekijöiden muuttuminen ei johda laatutason vaihteluun. Ellei muusta työkohtaisesti sovita, ilman suhteellisen kosteuden pitää olla alle 70 % sekä ilman ja rakenteen lämpötilan vähintään +5°C. Ruiskutuspaikka on suojattava tehokkaasti sateelta ja tuulelta.

Ruiskutus on tehtävä sellaisilla laitteilla, jotka laatunsa ja kuntonsa puolesta takaavat hyvän ja tasalaatuisen pinnoitteen. Laitteiden valmistajan ohjeita on noudatettava.

Ruiskutusta saavat tehdä vain ammattitaitoiset työntekijät.

4.64 Laadunvalvonta ja tarkastukset

Ruiskusinkitystyöhön on järjestettävä jatkuva laadunvalvonta. Työskentelyolosuhteista on pidettävä kirjaa. Tarkastuksissa on todettava käsiteltävien pintojen puhdistusaste ja sinkkikerroksen paksuus. Maalaus- ja lakkaustyön osalta on todettava väliaika sinkityksestä lukien sekä mahdolliset puhdistustoimenpiteet. Ruiskusinkityksen ja siihen liittyvän maalauksen ja lakkauksen laadunvalvonnassa ja tarkastuksissa noudatetaan kohdassa 4.43 annettuja määräyksiä ja ohjeita soveltuvin osin.

Kelpoisuuskirjaan on liitettävä kirjanpito olosuhteista ja sinkkipinnoitteen paksuuden mittauksen tulokset. Maalauksesta ja lakkauksesta on tehtävä kelpoisuuskirjaan kohdissa 4.41, 4.42 ja 4.43 mainitut tiedot.

4.65 Jälkikäsitteily

Ruiskusinkityt pinnat on maalattava, jos maalaus kuuluu pintakäsittelysuunnitelmaan tai jos pinnoite vaatii epätasaisen ulkonäkönsä takia yhtenäisen värisävyn. Muussa tapauksessa ne on lakattava tai maalattava.

Ruiskusinkityn pinnan maalaukseen ja lakkaukseen on käytettävä tarkoitukseen soveltuvia tuotteita. Maalaus ja lakkaus on tehtävä välittömästi sinkkiruiskutuksen jälkeen. Jos sinkityt pinnat ehtivät likaantua tai niille muodostuu sinkkisuoloja, on ne puhdistettava kohdan 4.36 ja maalin valmistajan ohjeiden mukaan. Rasvan ja öljyn poistaminen ruiskusinkityiltä pinnoilta on osoitettava valvojalle sopivalla ennakkokokeella.

4.7 M u u t p i n n o i t t e e t

4.71 Yleistä

Muut pinnoitusmenetelmät kuin maalaus, kuumasinkitys ja ruiskusinkitys voivat tulla kysymykseen, jos ne on rakenne-suunnitelmassa mainittu, valmistaja on ottanut ne laati-maansa pintakäsittelysuunnitelmaan, jonka rakennuttaja on hyväksynyt tai ne kuuluvat rakennusaineiden ja tarvikkeiden normaaliin toimitustilaan.

Vaihdettaessa jokin em. kolmesta korroosionestomenetelmästä johonkin muuhun pinnoitusmenetelmään on tämän korroosion-esto-ominaisuuksista ja kestävyydestä annettava luotettava selvitys, joka on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Muista pinnoitusmenetelmistä on pintakäsittelysuunnitelmassa mainittava mm. aineet, kerrospaksuudet vaihtelurajoineen, muut pinnoitteen ominaisuudet ja työtapo. Aineita ja työmenetelmiä kuvaavat esitteet on liitettävä myös kelpoisuus-kirjaan.

4.72 Alumiiniruiskutus

Alumiiniruiskutus tehdään standardin SFS 3107 mukaan. Kohdassa 4.6 ruiskusinkityksestä annettuja ohjeita noudatetaan soveltuvin osin.

4.73 Elektrolyyttinen sinkitys

Elektrolyyttinen sinkitys tehdään standardia SFS 2766 noudattaen. Tämä menetelmä tulee yleensä kysymykseen vain ruuvien ja muttereiden sekä vastaavien rakennustarvikkeiden korroosionestossa.

Ellei muusta sovita katsotaan siltaan tulevien osien kuuluvan standardissa määriteltäviin käyttöluokkaan 4, jota vastaava pinnoituksen merkintä on Fe/Zn 40 c. Sinkityt osat on passivoitava kromaattikalvolla.

4.74 Onteloiden pinnoitus

Sellaiset kotelot, joita ei voida tarkastaa ja huoltomaalata tavanomaisilla menetelmillä eikä tehdä ilmatiiviiksi, on käsiteltävä suihkuttamalla niille tarkoitukseen soveltuvia korroosionestoaineita. Soveltuvuus huoltokäsittelyt huomioon ottaen on osoitettava koetustodistuksilla tai vastaavilla käyttökelpoisuustodistuksilla sekä aineiden koostumusta ja toimintatapaa koskevilla selvityksillä. Tuoteselosteet ja vastaavat selvitykset sekä koetulokset ja muut todistukset on liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Suojattavat kotelot on valmistettava esipuhdistetuista osista siten, että suojattavat pinnat jäävät puhtaiksi. Suojaus on tehtävä, ennenkuin ruostuminen ehtii alkaa.

Suoja-aineiden ruiskutukseen on käytettävä sellaisia laitteita, joilla kaikki pinnat voidaan käsitellä. Tarvittaessa on rakenneosiin tehtävä lisäreikiä työn tuloksen varmistami-

- (4.74) seksi. Reikien tekeminen on kuitenkin käsiteltävä suunnitelman muutoksena.

Käsittelyreiät on suljettava siten, että ne voidaan työkaluilla avata tarkastusta ja huoltokäsittelyä varten. Tuuletusaukkoja ei kuitenkaan saa sulkea eikä peittää tai pienentää suojausaineilla.

4.75 Onteloiden täyttäminen

Vaillinaisesti suljetut ontelot voidaan myös täyttää siten, että ilman vaihtuminen ja vesihöyryn kondensoituminen estyy. Täyteaineen tulee olla kutistumatonta, sen tulee tarttua tiiviisti ontelon seinämiin eikä se saa olla hygroskooppista. Lisäksi siltä vaaditaan, että se ei saa menettää suojaavia ominaisuuksiaan rakenteen normaaleissa käyttöolosuhteissa ja että sen tulee kestää koko rakenteen käyttöiän. Sillä tulisi olla korroosiota hidastavia eikä missään tapauksessa sitä kiihdyttäviä ominaisuuksia.

Täyteaineista on esitettävä luotettaviin tutkimustuloksiin tai käyttökokemuksiin perustuva selvitys. Kelpoisuuskirjaan on merkittävä tuotteen koostumus, valmistenimike, valmistaja, maahantuoja ja käyttöselostus. Tuoteselostus on myös liitettävä kelpoisuuskirjaan.

Kysymykseen voivat tulla esim. solumuovit, jotka vaahdottuvat ontelossa täyttäen sen. Tuotteen valmistajan ohjeita on noudatettava tarkasti ja varmistauduttava tarkastuksin työn onnistumisesta.

4.8 H u o l t o m a a l a u s

4.81 Yleistä

Huoltomaalauksella tarkoitetaan maalattujen tai sinkittyjen metallirakenteiden paikkaus- ja uusintamaalausta. Nämä ohjeet koskevat rakenteen valmistus- ja asennusvaiheisiin kuuluvaa paikkamaalausta, takuuaikana suoritettavia korjauksia ja erillisiä huoltomaalaustöitä.

Huoltomaalaukselle asetetaan samat laatuvaatimukset kuin maalaukselle yleensä (vrt. 4.11).

Huoltomaalauksesta on tehtävä yksityiskohtainen suunnitelma kohdassa 4.21 annettuja määräyksiä ja ohjeita noudattaen. Asennustyön yhteydessä tehtävän paikkamaalauksen tulee sisältyä jo rakenteen ensimmäiseen pintakäsittelysuunnitelmaan tai se on liitettävä siihen.

Huoltomaalausta suunniteltaessa on otettava huomioon rakenteen käytön ja ympäristön asettamat rajoitukset, jotka voivat koskea mm. työmenetelmiä ja -aikoja sekä puhdistusjätteiden käsittelyä. Telineiden ja muiden apulaitteiden kiinnitys- ja käyttömahdollisuudet on myös selvitettävä.

Vähäisistäkin huoltomaalaustöistä on merkittävä muistiin samat tiedot aineista, olosuhteista, työstä ja tarkastuksista, jotka kohdan 4.4 alla määrätään kelpoisuuskirjaan vietäviksi.

Standardia PSK 1709, Huoltomaalaus, noudatetaan huoltomaalauksen suunnittelussa ja suorituksessa soveltuvin osin.

4.82 Pinnoitteen kunnon arvosteleminen

Arvosteltava pinta on puhdistettava arvostelua vaikeuttavista epäpuhtauksista.

Maalauksen kunto arvostellaan kymmenasteisen maalausarvo-

- (4.82) asteikon SFS 3762 (SIS 185111) mukaan. Myös standardia ISO 4628 voidaan käyttää (vrt. 4.11). Sinkityksen kunto arvostellaan vastaavalla tavalla.

Pinnoitteen kunnon huomattavasti vaihdellessa rakenteen eri osissa, voidaan rakenne jakaa tarkoituksenmukaisiin osa-alueisiin ja arvostella kukin osa-alue erikseen.

4.83 Huoltomaalauksen ajankohta ja laajuus

Takuuaikana suoritettavan huoltomaalauksen ajankohta ja laajuus määräytyvät seuraavassa esitettyjen perusteiden mukaan ellei asiasta toisin sovita.

Huoltomaalaus on tehtävä sitä aikaisemmassa vaihessa mitä rasittavammissa ympäristöissä maalaus on. Rasitusluokassa M4 ja varsinkin upotusrasituksessa olevat rakenteet huoltomaalataan pinnan maalausarvon pudottua 9:ään ja viimeistään maalausarvossa 8.

Rasitusluokissa M2 ja M3 huoltomaalaus tehdään paikkamaalauksena viimeistään maalausarvossa 7.

Jos pinnan maalausarvo on 6 - 1, on huoltomaalaus tehtävä uusintamaalauksena. Sama koskee myös asennukseen liittyvää paikkamaalauksia niiltä osin, kuin pohja- ja välimaalin maalausarvo on pudonnut alle 7. Uusintamaalaus on tehtävä myös silloin, kun pinnoitteessa havaitaan sellainen aineista tai työstä johtuva systemaattinen vika, joka tekee pinnoitteen korroosionestokyvyn ja kestävyyskykyä kyseenalaiseksi, vaikka maalausarvo olisikin 7 tai korkeampi. Pinnoitteen uusiminen voi tulla välttämättömäksi myös sen takia, että paksuutta ei voida enää lisätä halkeamisvaaran ja tartunnan pettämisen takia.

4.84 Maalien valinta

Paikka- ja huoltomaalauksessa on käytettävä samoja maali-tyyppejä kuin alkuperäisessä maalauksessa, elleivät alkuperäisen maalauksen heikko kestävyys, maalausolosuhteet tai muut syyt anna perusteltua aihetta niiden muuttamiseen.

Asennus- ja takuuaikana suoritettavassa huoltomaalauksessa ei maalityyppejä saa vaihtaa korroosionesto-ominaisuuksiltaan huonompiin.

Jos huoltomaalauksessa käytetään muusta pinnoitteesta poikkeavaa yhdistelmää, on korjattujen kohtien laajuus ja sijainti selvitettävä arkistointikelpoisilla piirroksilla ja selostuksilla.

Ellei alkuperäisen pinnoitteen rakennetta tunneta tarkasti, on työn alkuvaiheessa suoritettava koemaalaus. Sopiva osapinta puhdistetaan ja maalataan huoltomaalaussuunnitelman mukaan valmiiksi asti. Työvaiheittain suoritettavissa tarkastuksissa kiinnitetään erityistä huomiota alle jäävän maalin kuplimiseen tai pehmenemiseen sekä muihin maalien huonosta yhteensopivuudesta kertoviin ilmiöihin. Valmiin pinnoitteen tartunta on tutkittava kaikista eriasteisista pakkauskohdista rajakohdat mukaan lukien. Tarpeen vaatiessa on huoltomaalaussuunnitelmaa muutettava ennen työn jatkamista.

Asennusaikaisessa paikkamaalauksessa voivat olosuhteet tehdä alkuperäisen yhdistelmän maalien käytön vaikeaksi. Ongelmia saattaa tuottaa myös erityyppisten maalikerrosten ristiinmeno. Jotkut maalit soveltuvat huonosti siveltimellä levitettäväksi. Vaikeuksista huolimatta maali-tyyppien vaihtaminen voi tulla kysymykseen vain pakottavissa tapauksissa. Pinnoitteen laadusta ei silloinkaan voida tinkiä.

Edellä sanottu koskee myös takuuaikana suoritettavia huoltomaalauksia.

(4.84)

Muusta pinnoitteesta poikkeavien paikkausten laajuus ja sijainti on tarpeen selvittää myöhempiä tarkastuksia ja huoltokäsittelyjä varten. Se voidaan tehdä esim. merkitsemällä korjatut kohdat rakennepiirustuksiin.

Vanhojen pinnoitteiden laatua voi olla vaikeata selvittää ilman koemaalausta. Selluloosatinnerillä voidaan kyllä saada jonkinlaista selvyyttä standardissa PSK 1709 esitetyllä tavalla. Tärkeätä olisi aina selvittää rakenteen valmistusaika ja millaisia maalityyppejä silloin oli tapana käyttää. Rakenteessa voi olla myös monenlaisia maalityyppejä eri aikakausina suoritettujen huoltomaalausten jäljiltä.

Vanhan pinnoitteen tutkimisessa tulee edetä aina metallipintaan asti ja selvittää myös puhdistustapa. Vasta 1960 luvun puolivälissä ja sen jälkeen valmistuneissa silloissa on käytetty hiekkapuhallusta. Aikaisemmin valmistuneissa saattaa olla vielä valssihilsettä maalikerrosten alla. Sen tartunta on aina epävarma. Tällaisten pinnoitteiden paikkamaalauksessa tulee maalityypit valita asiantuntemuksella. Epävarmoissa tapauksissa on syytä suorittaa uudelleenmaalaus, vaikka maalausarvo ei sitä edellyttäisikään.

4.85 Puhdistus

Jos huoltomaalaus tehdään uusintamaalauksena, suoritetaan puhdistus kohdan 4.3 mukaan. Paksut ruostekerrokset ja maalikasautumat samoin kuin halkeillut kitti on tarvittaessa poistettava kaapimalla. Huoltomaalauksen yhteydessä on myös poistettava hitsiroiskeet ja leikkauspurseet ym. maalausta heikentävät epätasaisuudet, jos niitä vielä havaitaan.

- (4.85) Paikkamaalausta varten on maalipinnat ensin pestävä perusteellisesti kaikkien vaurioiden paljastamiseksi. Paksut likakasautumat esim. hiekka on pesun yhteydessä poistettava lapiolla tai muilla sopivilla välineillä. Rasvainen lika on pestävä tarvittaessa liuottimilla.

Vaurioituneet kohdat suihkupuhdistetaan maaliyhdistelmän vaatimaan puhdistusasteeseen. Erikseen sovittaessa saa puhdistuksen tehdä kaapien ja teräsharjaten, tarvittaessa hiontaa ja ruosteenmuuttajia apuna käyttäen. Kaikki irtoava maali on poistettava siten, että raja kiinteään maaliin tulee loivaksi. Ruostuneet kohdat on puhdistettava teräspintaan asti siten, että paikkausalueen reunoilla pohjamaalin ja teräspinnan raja on kiinteä ja ruosteeton. Kun koko maalikerros on poistettu, tulee reunan olla viistetty n. 50 mm matkalta. Puhdistuksen jäljen tulee olla puhdistusasteeseen Sa 2/SFS 3761 verrattava ellei hyväksytyssä huoltomaalaussuunnitelmassa muuta mainita. Ruosteenmuuttajia saa käyttää vain teräsharjatun ja hiotun pinnan puhdistukseen tarkasti käyttöohjeita noudattaen.

Jos maalipinta on vahingoittunut terävien nurkkien, hitsiroiskeiden tai muiden epätasaisuuksien kohdilta, on nurkat viistettävä ja epätasaisuudet poistettava hiomalla.

Mikäli puhdistuksen yhteydessä havaitaan 1 mm syvempiä syöpyymiä esim. liitosten rajakohdissa, on rakenteen korjaustarve selvitettävä. Rautatiesilloissa voivat matalammatkin teräväreunaiset syöpymät olla vaarallisia.

Puhdistusjätteet ja työn aikana kertynyt muu pöly ja lika on poistettava huolellisesti ennen paikkamaalausta.

Ennen ylimaalausta on ehjä maalipinta käsiteltävä siten, että uusi maali tarttuu siihen moitteettomasti. Pintojen tulee olla täysin puhtaita. Kiiltävät alkydi-, epoksi- ja polyuretaanimaalipinnat on karhennettava hiekkapesulla tai

- (4.85) hiomalla. Jos vanhan maalin alla on valssihilsettä, ei hiekkapesua saa suorittaa.

Esipuhdistukseen kuuluva pesu tulisi tehdä jo maalipinnan kuntoa arvosteltaessa. Tosin likaantumista voi ehtiä tapahtua sen jälkeen ennen huoltomaalauksen aloittamista. Pelkkä vesihuuhdeltu ei riitä, vaan tehoa on lisättävä pesuaineilla ja harjaamalla. Huuhtelu kuuluu myös aina asiaan.

Suihkupuhdistus voidaan korvata muilla menetelmillä vain, jos työ on vähäinen tai suihkupuhdistusta ei voida olosuhteiden puolesta käyttää. Puhdistusasteesta ei voida tinkiä, vaan työn suorittajalla täytyy olla välineitä ja huolellisuutta riittävästi sovitun työntuloksen saavuttamiseksi.

Puhdistusasteen Sa 2 veroista jälkeä ei voida saavuttaa teräsharjaamalla, vaan loppu ruoste on poistettava ruosteenmuuttajilla tai hiomalla. Ruosteenmuuttajan jäljiltä on pinnat puhdistettava huolellisesti jätteistä. Pesu on aina välttämätön ylimääräisen hapon poistamiseksi.

Poistetun maalikerroksen raja ei saa olla jyrkkäreunainen, vaan puhdistusalueen reunojen tulee olla loivat ja juoheat siten, että eri maalikerrokset voidaan erottaa helposti. Teräksen ja pohjamaalin rajakohtaan ei saa jäädä ruostetta tai heikosti kiinnipysyvää maalia, ellei samalla hyväksyttyä pinnoitteelle alempaa laatutasoa, kuin mitä uusilta pinnoitteilta vaaditaan.

Asennushitsien tai muiden kuumennuskohtien läheisyydestä on maalia tai sinkkipinnoitetta poistettava niin paljon, että rajakohdassa ei ole havaittavissa mitään merkkiä pinnoitteen vaurioi-

(4.85)

tumisesta. Maalityypeillä on suuria eroja lämmönkestävyydestä. Esim. sinkkisilikaattimaali voi kestää lämpöä jopa 400°C, kun taas epoksi-maalien lämmönkestävyys rajoittuu n. 150°C tienoille. Alkydi-, kloorikaasu- ja vinyylimaaleilla se voi olla alle 100°C. Jos maalin sideaine on muuttunut kovaksi ja hauraaksi, on sen katsottava vahingoittuneen. Tilapäinen pehmeneminen ei ole haitallista. Kloorikautsu- ja vinyylimaaleista erittyy kuumennettaessa klorideja, jotka maalikerrosten alle jäädessään aiheuttavat nopean korroosion. Sen vuoksi kuumennusalueen reunoilta on poistettava pinnaltaan vahingoittumatonta maalia n. 50...100 mm leveydeltä.

Ennen maalausta suoritettavia pesu- ja puhdistustoimenpiteitä ei voida laiminlyödä olosuhteiden eikä muidenkaan verukkeiden nojalla. Ehjien maalipintojen käsittely on riippuvainen myös päälle tulevan maalin tartuntaominaisuuksista. Maalin valmistajan ohjeita on kysyttävä huoltomaalaussuunnitelmaa laadittaessa ja tarvittaessa vielä työn aikana paikan päällä.

4.86 Maalaus

Maalaustyö tehdään kohdissa 4.41 ja 4.42 annettuja määräyksiä ja ohjeita noudattaen.

Paikkamaalaus on suoritettava siten, että pohja- ja väli-maalikerroksia ei levitetä paikkauskohdan ulkopuolelle. Toistensa päälle sopimattomien kerrosten ristiinmeno ja liian paksun maalikalvon syntyminen paikkauskohdan ympärille on ehdottomasti estettävä.

Huoltomaalauksen yhteydessä on irronneet kitit uusittava ja aikaisemmin kittamattomatkin raot tiivistettävä.

(4.86)

On suositeltavaa, että pohja- ja välimaalikerrokset levitetään siveltimellä eri maalikerrosten rajoja tarkasti seuraten. Jotkut maali-tyypit soveltuvat kuitenkin huonosti siveltimellä levitettäväksi, mikä tulisi ottaa huomioon jo huoltomaalausta suunniteltaessa. Koska maalikalvon paksuuksista ei saa tinkiä, voidaan paikkamaalauksessa joutua sivelemään useampia kertoja, kuin mitä maalausyhdistelmä edellyttää. Sopivalla ruiskutustekniikalla ja rajaussuojia käyttäen voidaan saada myös vaatimukset täyttävä lopputulos.

4.87 Valvonta

Laadunvalvonta ja tarkastukset on suoritettava kohteen laajuudesta riippumatta kohdan 4.43 mukaan.

Jos urakka-asiakirjoissa on mainittu tai asiasta muuten yhtä pätevästi sovitaan, voi rakennuttajan asettama valvoja ottaa joko kokonaan tai osittain valmistajan laadunvalvonalle kuuluvat tarkastustehtävät ja muut velvollisuudet hoitaakseen. Huoltomaalaustyön suorittajalla tulee kuitenkin aina olla paikan päällä työnjohtaja, jolla on riittävät tiedot aineiden ominaisuuksista ja työmenetelmistä ja joka tuntee tarkasti työlle asetetut vaatimukset.

Huoltomaalaustyö edellyttää huolellista valvontaa. Koska useimmiten on rakennuttajan edun mukaista osallistua valvontaan verraten tiiviisti, voidaan yhtä hyvin sopia, että rakentajan asettama valvoja hoitaa ainakin osan työnsuorittajalle kuuluvista tarkastustehtävistä. Käytännöllisintä on sopia jatkuvasta valvonnasta.

Paikkamaalauksessa on korjattavien kohtien puhdistusaste tarkastettava yksityiskohtaisesti eli jokainen laikku on tutkittava. Kalvonpaksuus-

(4.87)

mittauksia on tehtävä korjauskohdasta ja ympäristöstä. Maalin halkeaminen ja kupliminen ovat aina vakavia oireita, joiden syyt on selvitettävä mahdollisimman pian.

Valvontaan liittyviä tärkeitä velvollisuuksia on huolehtia siitä, että aineista, olosuhteista ja työvaiheista sekä tarkastuksista otetaan selville ja merkitään muistiin ne tiedot, jotka tässä työselityksessä edellytetään merkittäviksi kelpoisuuskirjaan. Ne taltioidaan huoltomaalaus-suunnitelman kanssa seuraavia huoltokäsittelyjä varten.

Huoltomaalaustöissä saattaa tulla keskustelua kohdassa 4.43 mainitusta velvollisuudesta järjestää valvojalle työturvallisuusmääräysten mukainen pääsy tarkastuskohteeseen. Tarkastuksia ei kuitenkaan voida jättää tekemättä sen takia, että kohteeseen on hankala päästä.

